COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 DÉCEMBRE 1891.

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Sur un réseau oculaire;* par M. MASCART.

« Quand on observe dans une lunette l'image d'une étoile brillante, si l'œil est placé latéralement, de façon que la pupille se trouve en partie cachée par le bord de l'œilleton, l'étoile paraît accompagnée de deux spectres assez éclatants, dont le rouge est en dehors et qui sont situés de part et d'autre dans la direction de la tangente au bord de l'écran. En déplaçant l'œil sur le contour de l'œilleton, ces spectres décrivent une circonférence.

» Après avoir ainsi constaté le phénomène, on peut viser à la manière habituelle et, avec un peu d'exercice, on arrive souvent à reconnaître l'existence d'un anneau irisé, beaucoup plus pâle, à la même distance angulaire que le spectre précédent.

» On retrouve la même apparence en observant une vive lumière de

petites dimensions angulaires, une lampe électrique nue ou la flamme d'un bec de gaz. Si l'anneau tout entier n'est pas visible, on distinguera les spectres en plaçant devant l'œil une ouverture circulaire qui cache une partie de la pupille ou, mieux encore, un écran percé d'une ouverture en forme de V qui n'en découvre qu'un secteur. Lorsque la bissectrice de cette ouverture est placée sur un diamètre de la pupille, les spectres se trouvent dans une direction perpendiculaire.

» Ces spectres, ou l'anneau complet qui en reproduit l'ensemble affaibli, ne semblent pas encore avoir été signalés. Ils ne peuvent être confondus avec les couronnes que l'on aperçoit fréquemment et qui sont dues à de petits corps opaques interposés sur le trajet de la lumière, soit à la surface de la cornée ou dans les milieux de l'œil, soit dans l'air extérieur.

» En effet, les couronnes forment d'abord autour de l'image principale un cercle blanc dont l'éclat diminue à partir du centre et qui se termine par une bordure rouge; ce cercle est entouré ensuite par une série d'anneaux irisés concentriques.

» Dans le cas actuel, l'anneau irisé est surtout visible quand la lueur des couronnes est inappréciable et que l'intervalle qui le sépare de l'image principale paraît absolument noir.

» Les spectres ainsi obtenus paraissent dus à un effet de diffraction, car la région bleue est très étroite et le rouge très étendu. Si l'on est en présence d'un phénomène de réseau, ces spectres doivent être suivis d'autres plus écartés, à moins que les dimensions relatives des pleins et des vides qui produisent les interférences ne soient précisément égaux entre eux, auquel cas l'intensité du second maximum serait nulle, puisqu'il tomberait sur un minimum de première classe. Quant aux spectres d'ordre plus élevé, ils seront sans doute invisibles à cause de leur faible éclat.

» En visant un orifice très étroit éclairé par un arc électrique, j'ai pu observer les spectres de second ordre assez nettement pour en déterminer le diamètre apparent.

» Pour la région jaune la plus brillante, les déviations relatives au premier et au second spectre ont été de 42^{cm} et 81^{cm} à la distance de $7^{m},20$; elles sont donc dans le rapport de 1 à 2, au degré d'exactitude que comportent ces mesures approximatives sans points de repère bien définis.

» L'emploi d'un verre rouge rend l'observation plus précise. La déviation dans le premier spectre m'a paru très voisine de $3°,6$. On en conclut que les stries qui produisent la diffraction sont sensiblement équidistantes et écartées d'environ $\frac{1}{100}$ de millimètre, ou 10^{μ}.

» Cet écart n'est pas le même pour toutes les vues. Six observateurs différents ont donné des nombres qui correspondent à des stries dont la distance varierait de 9^{μ} à 12^{μ}.

» Comme il est facile de s'assurer que le bord de l'ouverture pupillaire ne joue aucun rôle dans ce phénomène, on doit en conclure que le cristallin, qui est le seul milieu de l'œil à structure fibreuse, possède des parties régulièrement divisées en centièmes de millimètre.

» La première idée serait d'attribuer les anneaux irisés à des stries circulaires et concentriques, analogues à celles des réseaux circulaires; mais on ne comprendrait pas alors pourquoi les écrans partiels devant la pupille concentrent la lumière en deux points de l'anneau situés aux extrémités d'un même diamètre. L'anatomie du cristallin ne présente d'ailleurs aucune particularité de cette nature. D'après les renseignements qu'a bien voulu me fournir notre Confrère M. Ranvier, les fibres du cristallin de certains poissons portent des dentelures latérales très régulières dont l'ensemble pourrait constituer une série de cercles concentriques; mais ces dentelures sont à peine visibles chez les Mammifères.

» Le phénomène que je viens de signaler paraît devoir être attribué simplement aux fibres qui constituent les couches feuilletées du cristallin. Ces fibres ne sont pas rayonnantes. Elles sont formées de tubes aplatis à section hexagonale, de diamètre à peu près uniforme, qui partent de la circonférence et se rapprochent du centre; elles se recourbent dès que la surface est couverte et retournent à la circonférence.

» Les directions principales de celles qui vont jusqu'au centre sont à peu près inclinées à 60°; d'autres occupent des directions intermédiaires de plus en plus rapprochées et elles forment à la circonférence une sorte de dentelure régulière.

» Si la pupille est entièrement couverte, chacun des faisceaux de fibres de direction commune donne lieu à des spectres de diffraction, mais leurs effets ne sont pas concordants et la région centrale du cristallin reste presque absolument transparente; on s'explique ainsi que l'anneau irisé tangent à cet ensemble de spectres ait très peu d'éclat.

» Si l'on couvre la pupille de manière à n'utiliser qu'un des bords, surtout avec un diaphragme à ouverture angulaire, cette pupille s'agrandit et les fibres situées sur la portion utilisée du cristallin sont sensiblement parallèles; la diffraction devient alors beaucoup plus importante.

» Le premier contrôle de cette explication consiste à vérifier si les dimensions des fibres sont de l'ordre indiqué par la déviation des spectres.

Or leur largeur, qui est parallèle à la surface du cristallin et qui doit être l'élément efficace, varie d'un sujet à l'autre et se trouve comprise, d'après les mesures des anatomistes, entre $5^{\mu},5$ et 12^{μ}, les plus larges étant à la circonférence. Ce sont précisément les nombres qui résulteraient du phénomène optique.

» Pour en avoir une vérification plus directe, j'ai fait tracer sur verre six réseaux rectilignes superposés dont les traits sont successivement inclinés de 30°. Quand on vise une lumière au travers de la partie commune, moins large que l'ouverture de la pupille, on aperçoit six séries de spectres qui forment des anneaux interrompus, et l'emploi d'un écran ne laisse persister que ceux qui sont parallèles au bord, ce qui était facile à prévoir. On obtient ainsi une imitation incomplète des phénomènes qui se produisent dans l'œil. »

ASTRONOMIE. — *Note de M.* FAYE *accompagnant la présentation de l'* « *Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1892 ».

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, au nom du Bureau des Longitudes, l'*Annuaire* de l'an prochain.

» De nombreux perfectionnements ont été apportés à cet ouvrage. On avait pu regretter, dans les précédents volumes, la disparition des Tables de mortalité, mais cette lacune sera comblée dans les volumes suivants à l'aide de documents bien supérieurs en exactitude à ceux dont le Bureau disposait jusqu'ici.

» J'insisterai principalement sur les Notices que M. l'Amiral Mouchez, MM. Tisserand, Bouquet de la Grye, Janssen et Cornu ont données cette année.

» Dans la première, M. Mouchez a rendu compte de la troisième réunion du Comité de la Carte photographique du Ciel. Cette entreprise entre décidément dans la période d'exécution. Avant peu d'années, nous verrons réalisée la pensée française qui a présidé à cette œuvre. Permettez-moi de féliciter le promoteur, M. l'Amiral Mouchez. Il aura ainsi imprimé, à son administration de l'Observatoire, le sceau ineffaçable d'une entreprise véritablement colossale.

» Je dois citer ensuite la Notice que M. Tisserand nous a donnée sur l'accélération séculaire de la Lune. Ce n'était pas chose facile que de faire comprendre aux nombreux lecteurs de l'*Annuaire* une question qui passe,

à juste titre, pour une des plus difficiles de la Science, et il était naturel de laisser à notre savant Collègue la parole sur une question délicate qui est à l'ordre du jour, et que ses propres travaux ont tant contribué à éclaircir.

» Puis vient la Notice de M. Bouquet de la Grye sur la session de l'Association géodésique internationale tenue à Florence en octobre dernier. En rendant pleine justice aux travaux étrangers, M. Bouquet de la Grye a su faire ressortir la part importante que les géodésiens français ont prise à ces travaux. Il a insisté surtout sur ces immenses nivellements, créés par Bourdaloue, qui, mis bout à bout, feraient trois fois le tour du globe, et qui ont servi à étudier, d'une manière magistrale (M. Helmert), la grande question du niveau des mers.

» Passant à de tout autres questions qui ne sauraient être étrangères au Bureau des Longitudes dont les attributions comprennent la Physique du globe, M. Janssen a raconté l'histoire de ses tentatives pour créer au mont Blanc un observatoire météorologique et astronomique. Si jamais cette entreprise, presque titanique, réussit, nous le devrons à la ténacité, à l'énergie avec laquelle l'auteur a poursuivi sa belle idée, et, vraiment, à en juger par les résultats déjà obtenus, il est permis d'espérer le succès.

» Enfin M. Cornu a expliqué, de la manière la plus intéressante, le nouveau système de mires lointaines qu'il a construit à Nice pour l'Observatoire de M. Bischoffsheim. Nous avons, ici, une raison d'insister sur cette innovation : c'est qu'elle est due à un principe tout nouveau de haute Optique que notre Collègue M. Fizeau avait autrefois découvert et que M. Cornu a appliqué pour la première fois à Nice avec un succès complet

» Les Notices se terminent, cette année, aux discours prononcés par MM. l'Amiral Paris et Bouquet de la Grye, au nom de l'Académie et du Bureau, à l'inauguration de la statue de Borda, érigée cette année même à Dax, patrie de l'illustre savant qui a tant honoré les deux corps, l'Académie des Sciences et le Bureau des Longitudes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le nombre des racines communes à plusieurs équations simultanées;* par M. **Kronecker** [1]. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Picard.)

« Dans votre première Communication *Sur le nombre des racines communes à plusieurs équations simultanées* (p. 356 des *Comptes rendus*), vous avez fait mention de mes recherches sur les systèmes de fonctions de plusieurs variables en des termes qui peut-être ne font pas voir assez clairement que ces recherches m'ont conduit à déterminer complètement ledit nombre. Je crois donc devoir rappeler les résultats qui s'y rapportent.

» Soient, comme dans mes Mémoires du 4 mars 1869 et du 21 février 1878, $F_{00}, F_{10}, \ldots, F_{n0}$ des fonctions réelles et monotropes des variables réelles $z_1, z_2, \ldots, z_n$, admettant des valeurs positives et négatives en nombre infini. Je suppose, en outre, que les domaines $F_{g0} < 0$ représentent des variétés $n^{\text{ièmes}}$ qui ne contiennent que des systèmes de valeurs finies des variables z; de plus, qu'en général les dérivées partielles

$$F_{hk} = \frac{\partial F_{h0}}{\partial z_k} \qquad \begin{pmatrix} h = 0, 1, \ldots, n \\ k = 1, 2, \ldots, n \end{pmatrix}$$

ont des valeurs finies et qu'aucun des $(n+1)$ déterminants fonctionnels

$$|F_{gh}| \qquad \begin{pmatrix} g = 0, 1, \ldots, n, \text{ excepté } g = m \\ h = 1, 2, \ldots, n \end{pmatrix}$$

ne s'annule en même temps que les n fonctions F_{g0}.

» Cela posé, en désignant par

$$\chi(F_{00}, F_{10}, \ldots, F_{n0}),$$

la caractéristique du système des fonctions $F_{00}, F_{10}, \ldots, F_{n0}$, et en faisant usage de la notation très commode

$$\operatorname{sgn} a = +1, \ 0, \ -1,$$

selon qu'on a

$$a > 0, \qquad a = 0, \qquad a < 0,$$

---

[1] L'Académie décide que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, sera insérée en entier

χ est défini par l'égalité

$$\text{(I)}\quad \chi(F_{00}, F_{10}, \ldots, F_{n0}) = -\tfrac{1}{2}\Sigma\,\mathrm{sgn}\,|F_{gh}| \qquad (g, h = 0, 1, \ldots, n),$$

où la sommation doit être étendue à tous les systèmes de valeurs des n variables z qui satisfont aux n équations

$$F_{gh} = 0 \qquad (g = 0, 1, \ldots, n, \text{ excepté } g = m).$$

» Il est à remarquer que la somme, dans l'égalité (I), prend la même valeur pour tous les $n+1$ nombres $m = 0, 1, \ldots, n$, et qu'on peut remplacer l'équation (I) par celle-ci

$$\text{(II)}\qquad \chi(F_{00}, F_{10}, \ldots, F_{n0}) = \Sigma\,\mathrm{sgn}\,|F_{gk}| \quad \begin{pmatrix} g = 0, 1, \ldots, n; \text{ excepté } g = m \\ k = 1, 2, \ldots, n \end{pmatrix},$$

où la sommation doit s'étendre à tous les points $(z_1, z_2, \ldots, z_n)$ déterminés par les conditions

$$F_{m0} < 0, \qquad F_{g0} = 0 \qquad (g = 0, 1, \ldots, n; \text{ excepté } g = m).$$

» Je rappelle encore que la caractéristique peut être représentée par une intégrale

$$\text{(III)}\quad \chi(F_{00}, F_{10}, \ldots, F_{n0}) = -\frac{1}{\varpi_n}\int |F_{gh}| \frac{dw}{\varphi^n \gamma} \qquad (g, h = 0, 1, \ldots, n),$$

où l'intégration s'étend à tous les points $(z_1, z_2, \ldots, z_n)$ de la variété $(n-1)^{\text{ième}}$

$$F_{m0} = 0.$$

» Les quantités, essentiellement positives, φ et γ sont données par les égalités

$$\varphi^2 = \sum_{g=0}^{g=n} F_{g0}^2, \qquad \gamma^2 = \sum_{k=1}^{k=n} F_{mk}^2,$$

et l'élément dw par celle-ci

$$|F_{mk}|\,dw = \gamma\,dz_1 \ldots dz_{k-1}\,d_{k+1} \ldots dz_n;$$

la quantité ϖ_n désigne la valeur connue $\dfrac{2\pi^{\frac{1}{2}n}}{\Gamma_{\frac{1}{2}n}}$ de l'intégrale $\int dw$ étendue

sur tous les points de la variété $(n-1)^{\text{ième}}$

$$z_1^2 + z_2^2 + \ldots + z_n^2 = 1.$$

» Maintenant, pour exprimer le nombre N de systèmes de valeurs satisfaisant aux conditions

$$\text{(IV)} \qquad G < 0, \qquad F_{10} = 0, \qquad F_{20} = 0, \qquad \ldots, \qquad F_{n0} = 0,$$

par des caractéristiques, on peut prendre, comme je l'ai fait dans mon Mémoire du 4 mars 1869 (art. III),

1° $$F_{00} = G\Delta_0,$$
2° $$F_{00} = \Delta_0,$$

où Δ_0 désigne le déterminant fonctionnel

$$|F_{ik}| \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n).$$

» Alors le nombre N est donné par l'équation

$$\text{(V)} \qquad N = \chi(G\Delta_0, F_{10}, \ldots, F_{n0}) - \chi(\Delta_0, F_{10}, \ldots, F_{n0});$$

donc, en employant les expressions intégrales (III) de ces caractéristiques et en y prenant $m = 0$, on obtient la formule

$$\text{(VI)} \quad \varpi_n N = 2\int_{(\Delta_0=0,\, G<0)} \frac{\Sigma\Delta_{0k}\,\Delta_{k0}}{|\sqrt{\Sigma\Delta_{0k}^2}|}\,\frac{dw}{|\sqrt{\Sigma F_{k0}^2}|^n} - \int_{(G=0)} \operatorname{sgn}\Delta_0\,\frac{\Sigma G_k \Delta_{k0}}{|\sqrt{\Sigma G_k^2}|}\,\frac{dw}{\varphi^n}.$$

» Ici les sommations doivent être étendues à $k = 1, 2, \ldots, n$, tandis que les quantités Δ_{k0}, Δ_{0k} sont définies par les équations

$$\sum_{h=0}^{h=n} F_{0h}\Delta_{h0} = |F_{gh}|, \qquad \Delta_{0k} = \frac{\partial\Delta_0}{\partial z_k} \qquad \begin{pmatrix} g, h = 0, 1, 2, \ldots, n \\ k = \ 1, 2, \ldots, n \end{pmatrix}.$$

» En prenant $m > 0$ dans l'équation (III), on obtient le nombre N représenté par la différence de deux intégrales étendues à tous les systèmes de valeurs $(z_1, z_2, \ldots, z_n)$, qui satisfont à l'équation

$$F_{m0} = 0.$$

» Dans l'une de ces intégrales, F_{00} doit être remplacé par $G\Delta_0$, dans l'autre par Δ_0.

» La manière de déterminer le nombre N, proposée dans votre Com-

munication du 16 novembre, donne ce nombre représenté par une caractéristique d'un système de fonctions de $n+1$ variables

$$\text{(VII)} \qquad N = \chi[(a-z_0)(b+z_0)G,\ z_0\Delta_0,\ F_{10},\ F_{20},\ \ldots,\ F_{n0}],$$

où a et b sont supposés positifs. Dans cette équation, qui se déduit immédiatement de la relation (II), en y prenant $m=0$, j'ai ajouté le facteur $(a-z_0)(b+z_0)$ à la fonction G pour limiter la variété $G(z_1, z_2, \ldots, z_n) < 0$, évidemment infinie cylindrique dans la variété $(n+1)^{\text{ième}}$ $(z_0, z_1, \ldots, z_n)$.

» Si maintenant on remplace χ par l'expression intégrale, donnée par l'équation (III), on obtient le résultat

$$\text{(VIII)} \qquad \varpi_{n+1} N = -I_0 + I_a - I_b,$$

où

$$I_0 = \int_{(G=0)} \frac{\Sigma G_k \Delta_{k0}}{|\sqrt{\Sigma G_k^2}|} d\omega \int_{-a}^{b} \frac{\Delta_0\, dz_0}{|\sqrt{z_0^2 \Delta_0^2 + \varphi^2}|^{n+1}},$$

$$I_a = \int_{(G<0)} \frac{\Sigma \Delta_{0k} \Delta_{k0}}{|\sqrt{a^2\Delta_0^2 + \Sigma F_{k0}^2}|^{n+1}}\, a\, dv, \qquad I_b = \int_{(G<0)} \frac{\Sigma \Delta_{0k} \Delta_{k0}}{|\sqrt{b^2\Delta_0^2 + \Sigma F_{k0}^2}|^{n+1}}\, b\, dv.$$

» Les sommations doivent être étendues à $k = 1, 2, \ldots, n$, et dv désigne, comme dans mon Mémoire du 4 mars 1869 (art. VI), l'élément de volumes

$$dz_1\, dz_2 \ldots dz_n.$$

» Il convient de remarquer qu'à l'aide de la substitution

$$z_0 = \frac{\varphi}{|\Delta_0|} \operatorname{tang}\theta$$

la première des trois intégrales prend la forme plus simple

$$I_0 = \int_{(G=0)} \operatorname{sgn}\Delta_0 \frac{\Sigma G_k \Delta_{k0}}{|\sqrt{\Sigma G_k^2}|} \frac{d\omega}{\varphi^n} \int_{\theta_0}^{\theta_1} (\cos\theta)^{n-1}\, d\theta,$$

où les deux limites θ_0, θ_1 se déterminent par les relations

$$\operatorname{tang}\theta_0 = -\frac{b\Delta_0}{\varphi}, \qquad \operatorname{tang}\theta_1 = \frac{a\Delta_0}{\varphi}.$$

» Considérons maintenant, en vous suivant, les deux cas limites $a = b = 0$ et $a = b = \infty$. Dans le premier de ces deux cas, l'intégrale I_0

tend vers zéro, et il vient alors, en prenant $a = b$,

$$\text{(IX)} \qquad \frac{1}{2}\varpi_{n+1}\mathrm{N} = \lim_{a=0}\int_{(\mathrm{G}<0)} \frac{\Sigma\Delta_{0k}\Delta_{k0}}{\left|\sqrt{a^2\Delta_0^2 + \Sigma \mathrm{F}_{k0}^2}\right|^{n+1}}\, a\, dv.$$

» Si nous faisons augmenter a et b indéfiniment, les deux arcs θ_0 et θ_1 deviennent $-\frac{1}{2}\pi$ et $\frac{1}{2}\pi$; donc, comme on a

$$\int_{-\frac{1}{2}\pi}^{\frac{1}{2}\pi} (\cos\theta)^{n-1}\, d\theta = \frac{\pi\Gamma_{(n)}}{2^{n-1}\left(\Gamma_{\frac{1}{2}(n+1)}\right)^2} = \frac{\pi_{n+1}}{\pi_n},$$

il résulte

$$\text{(X)} \qquad \lim_{a=b=\infty}\mathrm{I}_0 = \frac{\pi_{n+1}}{\pi_n}\int_{(\mathrm{G}=0)} \operatorname{sgn}\Delta_0 \frac{\Sigma \mathrm{G}_k\Delta_{k0}}{\left|\sqrt{\Sigma\mathrm{G}_k^2}\right|}\frac{dw}{\varphi^n}.$$

» Pour déterminer la limite vers laquelle tend la valeur de l'intégrale I_a, partageons d'abord le domaine $\mathrm{G} < 0$ en deux parties $\mathrm{G}_0 < 0$, $\mathrm{G}_1 < 0$, dont la première embrasse un domaine assez petit autour de la variété $(n-1)^{\text{ième}}$ $\Delta_0 = 0$. Comme l'intégrale étendue à $\mathrm{G}_1 < 0$ s'évanouit pour $a = \infty$, il ne s'agit que de déterminer la limite de l'intégrale

$$\mathrm{I}_a = \int_{(\mathrm{G}_0<0)} \frac{\Sigma\Delta_{0k}\Delta_{k0}}{\left|\sqrt{a^2\Delta_0^2 + \Sigma\mathrm{F}_{k0}^2}\right|^{n+1}}\, a\, dv,$$

pour $a = \infty$. Faisons usage pour cela de la transformation indiquée dans l'Article V de mon Mémoire cité déjà plusieurs fois de 1869. Soient $(z_1^0, z_2^0, \ldots, z_n^0)$ les points situés sur la variété $\Delta_0 = 0$, et posons pour $k = 1, 2, \ldots, n$,

$$z_k = z_k^0 + p\frac{\Delta_{0k}}{\left|\sqrt{\Sigma\Delta_{0k}^2}\right|}.$$

» L'intégrale I_a prend alors cette forme

$$\int_{(\Delta_0=0)} \frac{\Sigma\Delta_{0k}\Delta_{k0}}{\left|\sqrt{\Sigma\Delta_{0k}^2}\right|}\, dw \int \frac{a\left|\sqrt{\Sigma\Delta_{0k}^2}\right|\, dp}{\left|\sqrt{a^2p^2\Sigma\Delta_{0k}^2 + \Sigma\mathrm{F}_{k0}^2}\right|^{n+1}}.$$

Déterminons maintenant le domaine $\mathrm{G}_0 < 0$ tel qu'il embrasse tous les points $(z_1, z_2, \ldots, z_n)$, pour lesquels p prend les valeurs de $-\rho$ à $+\rho$, où il faut choisir ρ assez petit. Les limites de l'intégration relative à dp seront donc $-\rho$ et $+\rho$, et on pourra remplacer dans l'expression $\Sigma\mathrm{F}_{k0}^2$, les valeurs des variables

$$z_k^0 + p\frac{\Delta_{0k}}{\left|\sqrt{\Sigma\Delta_{0k}^2}\right|} \qquad k = 1, 2, \ldots, n)$$

par celles-ci

$$z_k^0 + \frac{\rho\,\Delta_{0k}\,\varepsilon_k}{\left|\sqrt{\Sigma\,\Delta_{0k}^2}\right|} \qquad (k = 1, 2, \ldots, n),$$

ε_1, ε_n, ..., ε_n étant des quantités entre -1 et $+1$.

» En posant alors

$$a\left|\sqrt{\Sigma\,\Delta_{0k}^2}\right| p = \left|\sqrt{\Sigma\,\mathrm{F}_{k0}^2}\right| \operatorname{tang}\theta,$$

l'intégration relative à dp donne le résultat

$$\frac{1}{\left|\sqrt{\Sigma\,\mathrm{F}_{k0}^2}\right|^n}\int^{\theta_1}(\cos\theta)^{n-1}\,d\theta,$$

où les limites θ_0, θ_1 sont déterminées par les relations

$$\left|\sqrt{\Sigma\,\mathrm{F}_{k0}^2}\right| \operatorname{tang}\theta_0 = -\rho a\left|\sqrt{\Sigma\,\Delta_{0k}^2}\right|, \qquad \left|\sqrt{\Sigma\,\mathrm{F}_{k0}^2}\right| \operatorname{tang}\theta_1 = \rho a\left|\sqrt{\Sigma\,\Delta_{0k}^2}\right|.$$

» Ces limites seront donc $-\infty$ et $+\infty$ si l'on augmente indéfiniment la valeur de a, et il en suit

$$\lim_{a=\infty} \mathrm{I}_a = \lim_{a=\infty} \bar{\mathrm{I}}_a = \frac{\varpi_{n+1}}{\varpi_n}\int_{(\Delta_0=0)} \frac{\Sigma\,\Delta_{0k}\,\Delta_{k0}}{\left|\sqrt{\Sigma\,\Delta_{0k}^2}\right|}\,\frac{dw}{\left|\sqrt{\Sigma\,\mathrm{F}_{k0}^2}\right|^n},$$

où les variables z_1, z_2, ... z_n, contenues dans les fonctions F_{ko}, ont les valeurs

$$z_k = z_k^0 + \frac{\rho\,\Delta_{0k}\,\varepsilon_k}{\left|\sqrt{\Sigma\,\Delta_{0k}^2}\right|}.$$

» Mais, en passant à la limite $\rho = 0$, ces valeurs seront remplacées par z_k^0, c'est-à-dire par celles qui seront déterminées par l'équation $\Delta_0 = 0$. Puisque la valeur de $-\mathrm{I}_b$ tend évidemment vers la même limite que I_a, pour $a = b = \infty$, on a

$$\text{(XI)} \qquad \lim_{a=\infty} \mathrm{I}_a - \lim_{b=\infty} \mathrm{I}_b = 2\,\frac{\varpi_{n+1}}{\varpi_n}\int_{(\Delta_0=0)} \frac{\Sigma\,\Delta_{k0}\,\Delta_{k0}}{\left|\sqrt{\Sigma\,\Delta_{0k}^2}\right|}\,\frac{dw}{\left|\sqrt{\Sigma\,\mathrm{F}_{0k}^2}\right|^n}.$$

» Les valeurs limites des intégrales I_0, I_a, I_b se trouvent donc déterminées complètement par les égalités (X) et (XI). En les appliquant à l'équation (VIII), celle-ci se change, comme vous voyez, après toutes ces transformations, pour $a = b = \infty$, en celle (VI) que j'ai déduite directement de mon Mémoire; la manière de déterminer le nombre N que vous avez proposée ne fournit donc pas dans ce cas limite un résultat nouveau. Il reste à rechercher si, aussi pour l'autre cas limite $a = b = 0$, on sera con-

duit au même résultat, si l'on réussit à déterminer la valeur de l'intégrale, qui exprime le nombre N dans l'équation (IX).

» Permettez-moi d'ajouter encore une remarque. Dans mes recherches sur les systèmes de fonctions de plusieurs variables, j'ai été forcé de distinguer les systèmes de valeurs réelles communes à n équations selon leurs *caractéristiques*. Cette distinction entre, il est vrai, dans toutes les formules que j'ai développées dans mes divers Mémoires publiés sur ce sujet, principalement dans la Note sur le théorème de Sturm que j'ai présentée moi-même à l'Académie le 6 mai 1869 (voir t. LXVIII). Mais cette distinction, bien loin d'être regrettable, me semble plutôt révéler la vraie nature des choses, cachée jusque-là, parce qu'on s'est borné à considérer cette espèce particulière de fonctions provenant des fonctions de variables complexes, pour laquelle la caractéristique conserve toujours la même valeur. Rien, peut-être, ne montre plus clairement la portée de la distinction que j'ai introduite, que la comparaison de la formule (VI) pour le cas $n = 2$ avec celle que vous avez citée dans votre Article du 16 novembre. Au lieu de la restriction, nécessaire pour celle-ci, au cas particulier où Δ_0 ne s'annule pas dans le domaine $G < 0$, ma formule (VI) donne un résultat général, mais en ajoutant une intégrale étendue sur le domaine ($\Delta_0 = 0$, $G < 0$), qui n'existe pas dans le cas particulier. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Du nombre des racines communes à plusieurs équations simultanées*. Note de M. **Émile Picard**.

« Quelques observations sur la Communication précédente me paraissent nécessaires pour dissiper toute équivoque. Notre illustre Correspondant dit qu'il avait été déjà conduit à déterminer complètement le nombre des racines, communes à n équations $f_i = 0$ ($i = 1, 2, \ldots, n$), contenues dans un domaine Δ. Tous les géomètres connaissent la formule fondamentale par laquelle, au moyen d'une intégrale multiple d'ordre $n - 1$ étendue à la *surface* de ce domaine, il exprime la différence entre le nombre des racines pour lesquelles le déterminant fonctionnel D des fonctions f_i est positif et celles pour lesquelles il est négatif [1]. Si donc, on veut avoir le

---

[1] L'importance du signe du déterminant fonctionnel dans cette théorie avait déjà été signalée par Cauchy pour le cas de deux variables (voir *Œuvres de Cauchy*, 1re Série, t. IV, p. 81).

nombre exact des racines, il suffira de partager, au moyen de l'équation $D = 0$, le domaine Δ en plusieurs autres où le déterminant fonctionnel a un signe invariable. En appliquant à chacun de ces nouveaux domaines la formule fondamentale, il suffira d'additionner les résultats pour avoir le nombre cherché. C'est, en définitive, ce qu'a fait M. Kronecker dans ses Communications (1869 et 1878) à l'Académie des Sciences de Berlin. On a ainsi évidemment une solution du problème, mais il est impossible de considérer cette solution comme satisfaisante. On doit, en effet, dans ce problème, chercher à exprimer le nombre des racines par une formule dont l'application numérique ne nécessite aucune discussion spéciale relative au système particulier des équations $f = 0$, et les intégrations à effectuer doivent dépendre uniquement, au point de vue des limites, du domaine Δ : c'est ce qui n'a pas lieu dans l'analyse de M. Kronecker qui est obligé de partager le domaine Δ en plusieurs autres dépendant des équations particulières que l'on a à étudier. J'ai pu arriver à réaliser ce desideratum *en ayant l'idée de considérer $n + 1$ équations convenables au lieu des n équations proposées*, et j'ai ainsi obtenu une formule où la recherche du nombre des racines est ramenée au calcul d'intégrales définies ne dépendant que du domaine Δ. Ainsi, pour le cas de deux équations, la somme des intégrales (α) et (β) de ma Communication du 16 novembre dernier donne une solution qui me paraît complètement satisfaisante. Elle renferme une indéterminée ε, et c'est en faisant ε distinct de zéro et de l'infini, que *l'on n'a aucune difficulté dans l'application de la formule*, par exemple dans son application numérique [1]. J'ai signalé, comme dignes d'être étudiés, les cas limites de $\varepsilon = 0$, $\varepsilon = \infty$. Le premier, en particulier, m'a conduit à des résultats très simples quand les équations sont algébriques et que le contour est formé de segments de courbes unicursales. Dans sa lettre, M. Kronecker considère particulièrement le cas de $\varepsilon = \infty$ (c'est le cas qu'il appelle $a = b = \infty$), et il montre que cette limite se ramène à l'intégrale que lui avait donnée la méthode dont nous avons parlé au début. Ce résultat est très intéressant, mais, à mon point de vue, il montre simplement que le cas limite de $\varepsilon = \infty$ n'est pas favorable au calcul effectif du nombre des racines.

» Les remarques qui précèdent n'ont assurément pas pour objet de diminuer l'importance des travaux de M. Kronecker dans cette question. La

---

(1) Ainsi on pourra, par des méthodes connues, évaluer approximativement le nombre cherché et, par suite, trouver sa valeur exacte, puisqu'il s'agit d'un entier.

formule fondamentale, qu'il a découverte, est le point essentiel de cette théorie, mais une lacune subsistait toutefois, et je crois l'avoir comblée en m'appuyant d'ailleurs sur les résultats antérieurs que la Science doit au célèbre géomètre de Berlin. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les variations des pouvoirs glycolytique et saccharifiant du sang dans l'hyperglycémie asphyxique, dans le diabète phloridzique et dans le diabète de l'homme; et sur la localisation du ferment saccharifiant dans le sérum.* Note de MM. **R. Lépine** et **Barral**.

« I. Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 23 juin 1890), nous avons indiqué que, si l'on asphyxie un chien par le procédé de M. le professeur Dastre, le pouvoir glycolytique du sang est diminué. Nous pouvons ajouter aujourd'hui que, si l'asphyxie (aussi complète que possible) dure longtemps, par exemple au moins trois quarts d'heure, ce qu'on peut réaliser en laissant entrer un peu d'air entre la muselière et la gueule de l'animal, on peut observer sa disparition *complète*. Si donc on fait à la fin de cette longue asphyxie le dosage du sucre du sang avec les précautions indiquées dans notre Note du 25 mai 1891, et si, sur un autre échantillon du même sang porté au bain-marie à 39° C., on fait une heure plus tard le même dosage, on constate que ce deuxième échantillon est aussi riche en sucre que le premier, et qu'il l'est même davantage si le sang renfermait du glycogène (voir *Comptes rendus*, séance du 22 juin 1891), attendu que le pouvoir saccharifiant n'est pas aboli.

» Nous avons constaté toutefois que, dans ces cas d'asphyxie de longue durée, le pouvoir saccharifiant est *diminué*, non seulement dans le sang, mais même dans l'urine [1], tandis qu'avec une asphyxie courte il est *augmenté*, ainsi que nous l'avons indiqué antérieurement. Ce résultat est en rapport avec le fait bien connu qu'en acidifiant très faiblement la liqueur, on favorise l'action de la diastase sur l'amidon, tandis qu'on l'arrête en l'acidifiant fortement.

» II. Si l'on ingère à un chien environ $0^{gr},5$ de phloridzine par kilogramme, l'animal devient rapidement diabétique (v. Mering). Ayant dans plusieurs expériences étudié avec soin le pouvoir glycolytique et le pou-

---

[1] On sait qu'Ebstein, dans ses expériences *in vitro*, a noté que l'acide carbonique diminue le pouvoir saccharifiant de la salive, etc.

voir saccharifiant du sang trois heures environ après l'ingestion de la phloridzine, nous avons trouvé qu'ils sont tous deux *augmentés*. De plus, dans les heures consécutives, le pouvoir saccharifiant de l'urine est aussi augmenté. Ainsi le diabète phloridzique ne tient pas à la diminution de la glycolyse, mais à l'exagération de la production du sucre.

» III. Chez une dizaine de malades diabétiques, nous avons trouvé une diminution plus ou moins notable du pouvoir saccharifiant de l'urine. Nous sommes loin de prétendre qu'il en soit nécessairement toujours ainsi; mais jusqu'ici nous n'avons pas trouvé d'exception certaine à cette règle.

» IV. Si, après centrifugation de sang normal de chien, on sépare le sérum des globules et qu'on recherche séparément le pouvoir saccharifiant des globules et du sérum, on constate qu'il est *tout entier* dans ce dernier, ce qui explique le passage si facile du ferment saccharifiant dans l'urine. On sait par nos recherches antérieures que le ferment glycolytique est, au contraire, inclus dans les globules blancs. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *Stas*, Correspondant pour la Section de Chimie, décédé à Bruxelles, le 13 décembre 1891.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Foveau de Courmelles** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « L'état naissant des corps sortant de combinaison, sous l'action des courants électriques, au point de vue physiologique; actions électives. »

(Commissaires : MM. Charcot, Bouchard.)

M. **A. Himbert** adresse un Mémoire sur un « indicateur du grisou ».

M. **Augustin Rillet** adresse une Note sur les explosions de grisou.

Ces deux Communications sont renvoyées à la Commission chargée d'examiner les questions relatives au grisou.

M. **Merlateau** adresse la description et le croquis d'un « aspirateur pour mines ».

(Renvoi à l'examen de M. Maurice Lévy).

CORRESPONDANCE.

MM. **Arloing**, **Berlese**, **Bigourdan**, **Bloch**, **Brousset**, **Caméré**, **Ch. Chabaud-Arnaud**, **Charpentier**, **Considère**, **Costantin**, **A. Dudebout**, **L. Dufour**, **Gaillot**, **Goursat**, **Gréhant**, **Humbert**, **A. Joly**, **Jourdan**, **Lesage**, **Meunier**, **Mouchot**, **G. Nepveu**, **J. Pollart**, **Rayet**, **Schulhof**, **Soulier**, **L. Vaillant**, **J. Violle**, adressent leurs remerciements à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux dans la dernière séance publique.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Tome IV des Œuvres complètes de *Christiaan Huygens*, publiées par la Société hollandaise des Sciences;

2° Le 4e Volume de l'Ouvrage ayant pour titre : « The collected mathematical Papers of *Arthur Cayley* ».

ASTRONOMIE. — *Note sur les effets de diffraction produits par les écrans placés devant les objectifs photographiques et ordinaires.* Note de M. le professeur **Pritchard** (traduction de Mlle **Klumpke**), présentée par M. Mouchez (1).

« La Communication présente a pour objet l'étude de l'effet produit par des écrans à mailles métalliques sur les images tant visuelles que photographiques des étoiles dans le champ focal des réfracteurs ou des réflecteurs. Considérée à un certain point de vue, cette étude date du

(1) L'Académie décide que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, sera insérée en entier.

temps de Fresnel; mais, à cette époque, la photographie n'existait pas encore, et les méthodes rigoureuses de la photométrie stellaire étaient à peu près inconnues.

» L'intérêt et la nouveauté des recherches exposées ici résident surtout :

» I. Dans l'exagération, tout à fait imprévue, de l'effet produit par les écrans sur les images de diffraction des lunettes photographiques. Cet effet est plus grand que dans le cas des lunettes astronomiques;

» II. Dans les raisons théoriques et pratiques mises en avant pour expliquer cette différence dans l'effet produit sur les images stellaires photographiques ou visuelles;

» III. Dans la précision, relativement grande, avec laquelle les images centrales de diffraction, tant visuelles que photographiques, ont pu, grâce à une méthode nouvelle, être mesurées, puis comparées à leur valeur théorique.

» Les recherches en question ont été provoquées par une résolution du Comité international pour l'exécution de la Carte du Ciel, dans laquelle on propose d'obtenir des étoiles-types de la grandeur 11, en réduisant l'éclat d'étoiles connues de la grandeur 9 au moyen d'un écran à mailles métalliques placé devant l'objectif photographique employé.

» Il a été fait usage, dans ces recherches, d'un grand nombre d'écrans de densités différentes; je n'en examinerai ici que trois, que je désignerai par les lettres A, B, C.

» L'écran A, qui est en fil de fer, a été construit en Angleterre. L'écran B nous a été livré par l'Allemagne; il paraît être en bronze de canon, les mailles en sont plus serrées que celles de A ou de C. L'écran C consiste en une plaque de zinc perforée, à trous circulaires placés parallèlement aux diagonales.

» Les instruments employés consistent en une lunette photographique de $0^m,33$ d'ouverture, en une lunette astronomique de $0^m,31$ d'ouverture, montée à côté de la première, et en un réflecteur de $0^m,33$ d'ouverture, de De la Rue.

» Dans toutes ces recherches, on a fait usage du photomètre à prisme; quant aux disques photographiques, ils ont été mesurés à l'aide de deux traits convergents tracés sur verre, procédé que l'on trouvera décrit dans les *Monthly Notices*, vol. LI, p. 223.

» *Écran A*. — Cet écran est de forme circulaire, de même diamètre que celui de l'objectif employé. Les mailles en sont à peu près carrées;

l'intervalle entre deux traits consécutifs quelconques est sensiblement le même et égal à $0^{mm},92$. La portion de la surface qui se laisse traverser par la lumière, et que je désigne sous le nom de *surface de lumière*, forme les 0,512 de la surface totale de l'objectif. Si l'on place cet écran devant l'objectif de la lunette astronomique mentionnée plus haut et qu'on examine une étoile brillante, on constatera que les phénomènes ordinaires de diffraction se produisent d'une manière très accentuée. Les mesures photométriques de l'intensité lumineuse des étoiles observées, avec ou sans écran, conduisent au résultat suivant :

$$\frac{\text{Intensité de l'image avec écran}}{\text{Intensité de l'image sans écran}} = \frac{1}{3,636}.$$

» Cette valeur représente la moyenne d'un grand nombre d'observations; exprimée en unités de grandeur stellaire de l'échelle ordinaire, elle répond à une absorption de $1^{gr},40 \pm 0,09$.

» On adapta ensuite le même écran au-devant de l'objectif photographique; l'effet produit fut mesuré comme il suit :

» D'après la méthode primitivement proposée, qui consiste à convertir une étoile de la grandeur 9 en une étoile de la 11e grandeur, approximativement, on détermina l'éclat photométrique d'un grand nombre d'étoiles voisines les unes des autres, et à peu près de la 9e ou de la 11e grandeur. Ces mêmes étoiles furent ensuite photographiées sur une seule et même plaque, la durée d'exposition étant partout la même. On constata que les diamètres des étoiles de la grandeur 11, photographiées sans écran, étaient égaux, à fort peu près, à ceux des étoiles de la grandeur 9 photographiées avec écran.

» Par conséquent, en admettant que la différence moyenne entre les grandeurs stellaires des deux séries d'étoiles considérées, de grandeurs 9 et 11, soit 1,93, on trouve

$$\frac{\text{Intensité de l'image photographique avec écran}}{\text{Intensité de l'image photographique sans écran}} = \frac{1}{5,92}.$$

» L'écran employé ici a pour effet de produire dans l'image photographique une absorption apparente de 2 grandeurs stellaires; pour l'image visuelle, cette absorption n'est que de 1,4 grandeur. Il y a donc une variation de $\frac{3}{5}$ de grandeur dans l'effet produit par un même écran sur l'image photographique et sur l'image visuelle d'une même étoile. On ne s'attendait guère, à l'origine, à obtenir un résultat aussi anormal, bien qu'on eût

pu soupçonner une certaine variation dans l'action, comme on le verra ci-dessous. Avant d'aller plus loin, il convient de remarquer ici que l'écran en question, placé devant la lunette photographique, remplissait les conditions demandées, c'est-à-dire qu'il réduisait la grandeur 9 à la grandeur 11. C'est ce qui en décida le choix. Ajoutons encore qu'on fut étonné de ne pas trouver la même absorption de la lumière, lorsque l'écran se trouvait placé devant la lunette astronomique.

» Je désire faire remarquer ici que je n'ai fait usage, dans ces recherches, d'aucune théorie ou formule mathématique reliant le diamètre de l'image photographique à la grandeur photométrique de la même étoile; de l'égalité des disques, donnée par une comparaison directe, j'ai conclu à l'égalité dans les actions actiniques. En faisant cette remarque, je n'ai nullement l'intention de mettre en doute l'exactitude de certaines formules bien connues entre les quantités en question. Au contraire, ces formules se sont trouvées rigoureusement confirmées par des expériences nombreuses faites dans le courant de ces recherches.

» *Écran B.* — Au point de vue de sa substance, cet écran a déjà été décrit plus haut. Le rapport entre sa surface de lumière et sa surface totale est 0,337. Il a des mailles très fines, à peu près rectangulaires. L'aire de ces petits rectangles, qui sont loin d'être partout les mêmes, est en moyenne égale à $0^{mmq},225$. En adaptant cet écran au-devant de la lunette astronomique mentionnée plus haut, et en répétant la série des opérations dont j'ai parlé, on trouve

$$\frac{\text{Intensité de l'image visuelle avec écran}}{\text{Intensité de l'image visuelle sans écran}} = \frac{1}{9,15}.$$

Avec la lunette photographique, on obtient, au contraire,

$$\frac{\text{Intensité de l'image photographique avec écran}}{\text{Intensité de l'image photographique sans écran}} = \frac{1}{13,2}.$$

» En d'autres termes, l'écran intercepte $2^{gr},4 \pm 0,07$ dans le cas de la lunette astronomique et $2^{gr},8$ dans le cas de la lunette photographique.

» *Écran C.* — Cet écran a également été décrit plus haut en ce qui concerne sa substance. Les petits trous circulaires qu'il présente sont sensiblement uniformes et d'un diamètre de $2^{mm},3$ environ. Le rapport de sa surface de lumière à sa surface totale est de 0,437, ainsi que l'indiquent

des mesures minutieuses. En répétant avec cet écran les expériences faites avec l'écran A, on obtient les résultats suivants :

» Pour la lunette visuelle :

$$\frac{\text{Intensité de l'image visuelle avec écran}}{\text{Intensité de l'image visuelle sans écran}} = \frac{1}{3,77}.$$

» Pour la lunette photographique :

$$\frac{\text{Intensité de l'image photographique avec écran}}{\text{Intensité de l'image photographique sans écran}} = \frac{1}{5,4}.$$

» En exprimant ces résultats en unités de grandeurs stellaires, à la manière ordinaire, on obtient une absorption de $1^{\text{gr}},44$ dans le cas de la lunette astronomique, et de $1^{\text{gr}},83$ dans le cas de la lunette photographique.

» Ce n'est qu'après avoir effectué et consigné les mesures précédentes que j'ai songé à les comparer à celles que fournit la théorie de la diffraction; cette étude n'était pas comprise dans le programme primitif.

» Dans mon opinion, l'effet produit par les écrans métalliques ressemble plus ou moins à celui d'un réseau de diffraction. Or ces réseaux, placés devant l'objectif d'une lunette visuelle, ont pour effet de donner à l'image centrale de diffraction une intensité qui varie comme le carré de la surface découverte de l'objectif. J'ai été heureux de constater que cette loi a lieu d'une manière très approchée pour les écrans A et B, placés devant la lunette astronomique décrite plus haut. Pour l'écran C, au contraire, on constata un écart assez notable de cette loi, mais auquel on devait s'attendre, à la vérité, vu la dimension relativement grande des trous circulaires et la différence notable qui existe entre la nature de cet écran et celle d'un réseau de diffraction. Remarquons ici que des expériences ont été faites avec d'autres écrans ressemblant à C, avec cette différence que les trous qu'ils présentent étaient plus grands, mais en nombre plus petit. On a constaté que, plus ces écrans diffèrent de la nature d'un véritable réseau, plus est grand l'écart entre l'intensité de l'image centrale et celle que donnerait la théorie de la diffraction.

» Tous les résultats précédents se trouvent réunis dans un Tableau donné plus loin.

» En examinant l'effet produit par les écrans A, B et C sur les intensités des images centrales de diffraction de la plaque photographique, on remarque

qu'il n'y a pas de continuité simple dans la loi des carrés des surfaces libres si l'on passe des intensités des images photographiques à l'intensité des images correspondantes données par la lunette astronomique. Mais cette loi des carrés a lieu pour les images photographiques comparées les unes aux autres. Comme plus haut, il y a exception pour l'écran C dont les trous ont des dimensions relativement considérables.

» Dans mon opinion, cette variation que l'on observe dans les effets produits sur l'objectif photographique et sur l'objectif astronomique tient à la différence même qui existe entre les images formées au foyer de l'un et de l'autre instrument.

» Dans le cas des images visuelles, on réunit en un même foyer autant de faisceaux que possible de réfrangibilités différentes pour former l'image, tandis que, dans la construction de l'objectif photographique, l'opticien a soin de ne laisser concourir à la formation de l'image que les faisceaux dans le voisinage de G, tous les autres faisceaux formant leur image en dehors de ce foyer. C'est ce qu'a cherché à obtenir Sir Howard Grubb dans la construction des lentilles employées ici et dans la recherche de leur distance la plus convenable.

» En admettant qu'il en soit ainsi, l'écran arrête, dans le cas des lunettes astronomiques, une fraction déterminée ($\frac{1}{2}$ par exemple) de tous les faisceaux de diverses réfrangibilités qui concourent, au point de vue pratique, à la formation de l'image visuelle. Lorsque le même écran se trouve placé devant l'objectif photographique, il arrête, sans doute encore dans le même rapport, la lumière de tous les faisceaux qui tombent sur l'objectif; mais les faisceaux qui produisent une action actinique se trouvent limités à une portion, à la moitié par exemple, de la surface relative aux seuls rayons G; l'autre moitié de tous les autres faisceaux n'agit pas sur la plaque, parce que ces faisceaux ont leur foyer en dehors de celle-ci. Cette remarque expliquerait pourquoi l'absorption de la lumière est plus grande pour l'image photographique que pour l'image visuelle; la loi des carrés subsiste d'ailleurs pour différents écrans placés devant un seul et même objectif photographique. Ces conclusions se lisent dans les valeurs numériques inscrites dans le Tableau ci-après.

» Influencé par ces considérations, j'en vérifie l'exactitude en adaptant les mêmes écrans au réflecteur de De la Rue mentionné plus haut. Dans le cas des réflecteurs, l'image visuelle et celle qui se produit sur la plaque photographique ne constituent qu'une seule et même image; les effets produits par les écrans sur des images identiques seront donc, *a priori*, les

mêmes. Et, en effet, c'est ce qui a lieu; il y a maintenant continuité dans les lois des carrés des surfaces pour toutes les images, tant visuelles que photographiques. Le Tableau ci-dessous indique nettement ce résultat.

Tableau des effets dus aux écrans.

	Écran A.	Écran B.	Écran C.
(Surface de lumière)²	$0,262 = a$	$0,114 = b$	0,191
$\frac{\text{Intensité de l'image visuelle avec écran}}{\text{Intensité de l'image visuelle sans écran}}$	0,275	0,109	0,265
$\frac{\text{Intensité de l'image photographique avec écran}}{\text{Intensité de l'image photographique sans écran}}$	0,169	0,076	0,185
$\frac{\text{Intensité photographique, écran A}}{\text{Intensité photographique, écran B}}$	2,23 [1]	$\frac{a}{b} = \frac{262}{114} = 2,29$	
$\frac{\text{Miroir. Intensité de l'image visuelle avec écran}}{\text{Miroir. Intensité de l'image visuelle sans écran}}$	0,259	0,115	0,236
$\frac{\text{Miroir. Intensité de l'image photographique avec écran}}{\text{Miroir. Intensité de l'image photographique sans écran}}$	0,242	0,112	0,246

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes conjugués à invariants égaux.* Note de M. G. Kœnigs, présentée par M. Darboux.

« Soient une surface S et une congruence G; Δ la droite de G issue d'un point M de S; M′ le conjugué harmonique de M par rapport aux foyers de la droite Δ.

» Le lieu du point M′ est une surface S′ que j'appelle la *conjuguée ponctuelle* de S par rapport à la congruence. La considération des plans tangents conduirait à une notion dualistique de la précédente.

» Soit une congruence G dont les développables tracent sur une surface S un réseau conjugué.

» *Pour que ces développables tracent également un réseau conjugué sur la surface* S′, *conjuguée ponctuelle de* S, *il faut et il suffit que les invariants de l'équation* (E), *attachée au premier réseau, soient égaux.* Les invariants de l'équation (E′) attachée au second réseau se trouvent naturellement égaux.

» Ce théorème caractérise géométriquement les réseaux conjugués qui

(1) La valeur 2,23 qui a été obtenue par des mesures directes vérifie la loi des carrés des surfaces lorsqu'on adapte différents écrans devant un même objectif photographique.

correspondent aux équations à invariants égaux. Par exemple, l'isothermie des lignes de courbure des surfaces à courbure moyenne constante en est une conséquence immédiate.

» Se donner la représentation sphérique des développables d'une congruence revient, en réalité, à se donner les traces de ces développables sur un plan, le plan de l'infini.

» Comme, d'autre part, tout réseau de courbes tracées dans un plan peut être regardé comme conjugué, le problème de la détermination des congruences au moyen de la représentation sphérique de leurs développables n'est qu'un cas particulier de ce problème résolu par M. G. Darboux au tome II de ses *Leçons* : *Trouver les congruences dont les développables découpent sur une surface donnée un réseau conjugué donné*. L'intégration de l'équation (E) relative à ce réseau ramène ce problème aux quadratures. Une analyse analogue fournit la solution du problème dualistique : Trouver les congruences dont les arêtes des développables sont sur des cônes donnés ayant même sommet.

» Mais revenons aux traces des développables sur le plan de l'infini : les coordonnées $x, y, z, (t = 0)$ d'un point d'une de ces courbes sont des fonctions de u, v qui vérifient une équation parfaitement déterminée de la forme

$$\text{(E)} \qquad \frac{\partial^2 x}{\partial u \, \partial v} + a \frac{\partial x}{\partial u} + b \frac{\partial x}{\partial v} + cx = 0.$$

» Si l'on a $\frac{\partial a}{\partial u} = \frac{\partial b}{\partial v}$, c'est-à-dire si les invariants de (E) sont égaux, les développables de la congruence trouveront également un réseau conjugué *à invariants égaux* sur la surface Σ, conjuguée ponctuelle du plan de l'infini, en sorte que Σ est la surface *centrale* de la congruence. On a donc ces congruences étudiées par M. Guichard et récemment par M. Petot qui les désigne par H.

» Ces congruences H sont un cas particulier de celles qui possèdent la propriété de déterminer par leurs développables un réseau conjugué à *invariants égaux* sur une surface s convenable et, par suite, sur la surface s' conjuguée ponctuelle de la première.

» Une congruence ne possède pas, en général, un pareil couple de surfaces. Lorsqu'elle en possède un, elle n'en possède généralement pas d'autre. Lorsqu'elle en possède deux, l'intégration de l'équation $E(\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ permet de former la représentation générale de la congruence. Enfin, lorsqu'une congruence possède trois couples de surfaces conjuguées ponc-

tuelles sur lesquelles elle trace, par ses développables, un réseau conjugué, elle admet une infinité de couples analogues.

» Je reviendrai sur ce sujet dans une prochaine Communication et j'indiquerai quel est le rôle des congruences que je considère dans la théorie des lignes asymptotiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des equations différentielles linéaires*. Note de M. **André Markoff**, présentée par M. Hermite.

« En appliquant la méthode générale exposée dans un précédent article (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 685) aux cas particuliers, je n'avais pas considéré toutes les suppositions qui peuvent se présenter, car j'avais omis les multiplicateurs ± 1 et $\frac{-1 \pm \sqrt{-3}}{2}$.

» Par cette raison, il me semble utile de considérer un nouvel exemple avec tout le soin possible.

» Soit proposée l'équation

$$x^4 y'' + 2x^2 y' - (x^4 + ax^3 + bx^2 + cx - 1)y = 0,$$

a, b, c étant constants.

» Posant $\frac{y'}{y} = z$, on trouve

$$x^4(z' + z^2) + 2x^2 z - x^4 - ax^3 - bx^2 - cx + 1 = 0$$

et ensuite

$$z = \alpha + \frac{\beta}{x^2} + \frac{\gamma}{x} + \frac{u'}{u},$$

$$\begin{aligned} x^4 u'' &+ 2(\alpha x^2 + \gamma x + \beta + 1)x^2 u' \\ &+ [(\alpha^2 - 1)x^4 + (2\alpha\gamma - a)x^3 + (2\alpha\beta + \gamma^2 - \gamma + 2\alpha - b)x^2 \\ &\qquad + (2\beta\gamma - 2\beta + 2\gamma - c)x + \beta^2 + 2\beta + 1]u = 0, \end{aligned}$$

$$\alpha^2 = 1, \qquad \beta^2 + 2\beta + 2\beta + 1 = (\beta + 1)^2 = 0, \qquad \beta = -1,$$

$$2\beta\gamma - 2\beta + 2\gamma - c = 2 - c = 0.$$

» Par conséquent, si c n'est pas égal à 2, la fonction $z = \frac{y'}{y}$ ne peut être rationnelle. Et dans le cas de $c = 2$, on doit déterminer γ par l'équation

$$2\alpha\beta + \gamma^2 - \gamma + 2\alpha - b = 0, \qquad \text{c'est-à-dire} \qquad \gamma^2 - \gamma = b.$$

Cela étant, on a

$$xu'' + 2(\alpha x + \gamma)u' + (2\alpha\gamma - a)u = 0.$$

» Or la dernière équation n'admet une solution

$$u = \text{une fonction entière de } x$$

que pour les valeurs de

$$\frac{a - 2\alpha\gamma}{2\alpha} = \frac{a}{2\alpha} - \gamma,$$

entières et plus grandes que -1.

» Par exemple, dans le cas

$$a = 1 \quad \text{et} \quad h = \tfrac{15}{4},$$

on trouve, parmi les fonctions z satisfaisant à l'équation différentielle

$$x^4(z' + z^2) + 2x^2 z - x^4 - x^3 - \tfrac{15}{4}x^2 - 2x + 1 = 0,$$

deux rationnelles

$$z = -1 - \frac{1}{x^2} - \frac{3}{2x} + \frac{2}{2x+3}$$

et

$$z = 1 - \frac{1}{x^2} - \frac{3}{2x} + \frac{4x-4}{2x^2-4x+3}$$

et, conformément à cela,

$$y = C_1 e^{-x+\frac{1}{x}} x^{-\frac{3}{2}}(2x+3) + C_2 e^{x+\frac{1}{x}} x^{-\frac{3}{2}}(2x^2-4x+3)$$

est l'intégrale générale de l'équation différentielle linéaire

$$x^4 y'' + 2x^2 y' - (x^4 + x^3 + \tfrac{15}{4}x^2 + 2x - 1)y = 0. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Complément à un problème d'Abel.* Note de M. Bougaief, présentée par M. Darboux.

« Abel a démontré que l'intégrale elliptique $\int \frac{(x+A)\,dx}{\sqrt{R}}$ peut être quelquefois présentée sous la forme

$$(1) \qquad \int \frac{(x+A)\,dx}{\sqrt{R}} = \frac{1}{m}\log\left(\frac{p+q\sqrt{R}}{p-q\sqrt{R}}\right),$$

où R est un polynôme de quatrième degré

$$R = p_0 x^4 + p_1 x^3 + p_2 x^2 + p_3 x + p_4;$$

p et q sont des polynômes entiers premiers entre eux. Dans le cas où q est un polynôme de degré λ, p est de degré $\lambda + 2$ et $m = 2(\lambda + 2)$.

» La condition à laquelle doivent satisfaire les coefficients du polynôme R pour que le polynôme q soit du degré λ peut être représentée par l'équation

$$(2)\qquad \begin{vmatrix} \alpha_0 & \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 & \ldots & \alpha_\lambda \\ \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 & \alpha_4 & \ldots & \alpha_{\lambda+1} \\ \alpha_2 & \alpha_3 & \alpha_4 & \ldots & \ldots & \alpha_{\lambda+2} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \alpha_\lambda & \alpha_{\lambda+1} & \alpha_{\lambda-2} & \ldots & \ldots & \alpha_{2\lambda} \end{vmatrix} = 0,$$

où

$$\alpha_0 = \frac{D^3(\sqrt{p_0})}{\Pi(3)}, \qquad \alpha_1 = \frac{D^4(\sqrt{p_0})}{\Pi(4)}, \qquad \ldots, \qquad \alpha_\lambda = \frac{D^{\lambda+2}(\sqrt{p_0})}{\Pi(\lambda+2)},$$
$$\Pi(n) = 1.2.3\ldots n,$$

et $D^\lambda(\sqrt{p_0})$ est une dérivation de l'expression $\sqrt{p_0}$ de l'ordre λ.

» En calculant une dérivation $Df(p_0, p_1, p_2, \ldots, p_n)$, il faut suivre, en général, les règles de la différentiation et prendre en considération les conditions suivantes de la dérivation

$$Dp_0 = p_1, \quad Dp_1 = 2p_2, \quad Dp_2 = 3p_3, \quad \ldots, \quad Dp_n = (n+1)p_{n+1},$$

de sorte que l'on ait

$$Df(p_0, p_1, \ldots, p_n) = \frac{df}{dp_0} p_1 + \frac{df}{dp_1} 2p_2 + \frac{df}{dp^2} 3p_3 + \ldots + \frac{df}{dp_n}(n+1)p_{n+1}.$$

» Dans le cas considéré

$$p_5 = 0, \qquad p_6 = 0, \qquad \ldots.$$

» On peut bien voir qu'il existe un nombre infini de cas d'intégrabilité de l'expression (1).

» Les plus simples conditions sont les suivantes :

$$(3)\qquad \alpha_0 = \frac{D^3(\sqrt{p_0})}{1.2.3} = 0,$$

$$(4)\qquad \begin{vmatrix} \alpha_0 & \alpha_1 \\ \alpha_1 & \alpha_2 \end{vmatrix} = \alpha_0\alpha_2 - \alpha_1^2 = 0.$$

» Pour $p_0 = 1$, la condition (3) donne l'équation

$$8p_3 - 4p_1p_2 + p_1^3 = 0.$$

» La condition (4) prend une forme de l'équation

$$\{4D^3(\sqrt{p_0})D^5(\sqrt{p_0}) - 5[D^4(\sqrt{p_0})]^2\}_{p_0=1} = 0,$$

déjà assez compliquée.

» En désignant les expressions $D(\sqrt{p_0})$, $D^2(\sqrt{p_0})$, ..., $D^\lambda(\sqrt{p_0})$ par D_1, D_2, ..., D_λ, on trouve les équations suivantes entre les quantités D_μ :

$$2\sqrt{p_0}\,D_1 = p_1,$$
$$D_1^2 + \sqrt{p_0}\,D_2 = p_2,$$
$$\sqrt{p_0}\,D_3 + 3D_1D_2 = 3p_3,$$
$$\sqrt{p_0}\,D_4 + 4D_1D_3 + 3D_2^2 = 12p_4.$$

» En général, pour chaque nombre pair p, on a

$$(5)\qquad 2\sqrt{p_0}\frac{D_p}{\Pi(p)} + \frac{2D_1D_{p-1}}{\Pi(p-1)} + \frac{2D_2D_{p-2}}{\Pi(2)\Pi(p-2)} + \ldots \left[\frac{D_{\frac{p}{2}}}{\Pi\left(\frac{p}{2}\right)}\right]^2 = 0,$$

et pour chaque nombre impair i

$$(6)\qquad \sqrt{p_0}\frac{D_i}{\Pi(i)} + \frac{D_1D_{i-1}}{\Pi(i-1)} + \frac{D_2D_{i-2}}{\Pi(2)\Pi(i-2)} + \ldots = 0,$$

» Les nombres p et i sont plus grands que 4.

» Les équations (5) et (6) donnent le moyen de calculer plus vite les coefficients α_0, α_1, ... du déterminant (2).

» *Exemple*. — Pour l'intégrale $\int \frac{(x+A)\,dx}{\sqrt{x^4 - 2x^2 - x}}$, on a

$$p_0 = 1,\quad p_1 = 0,\quad p_2 = -2,\quad p_3 = -1,\quad p_4 = 0,$$
$$D_1 = 0,\quad D_2 = -2,\quad D_3 = -3,\quad D_4 = -12,\quad D_5 = -60,$$

$$\alpha_0 = \frac{D_3}{1.2.3} = -\frac{1}{2},$$
$$\alpha_1 = \frac{D_5}{1.2.3.4} = -\frac{1}{2},$$
$$\alpha_2 = \frac{D_5}{1.2.3.4.5} = -\frac{1}{2}.$$

» Donc

$$\begin{vmatrix} \alpha_0 & \alpha_1 \\ \alpha_1 & \alpha_2 \end{vmatrix} = 0.$$

» Le polynôme q est de premier et p de troisième degré, $m = 6$. En effet,

$$\int \frac{(x+\frac{1}{3})\,dx}{\sqrt{x^4-2x^2-x}} = \frac{1}{6}\log\left[\frac{2x^3-2x^2-2x+1+(2x-2)\sqrt{x^4-2x^2-x}}{2x^3-2x^2-2x+1-(2x-2)\sqrt{x^4-2x^2-x}}\right]. »$$

OPTIQUE. — *Sur un nouveau réfractomètre.* Note de M. C. **Féry**, présentée par M. Schützenberger (¹).

« L'importance de la mesure des indices de réfraction n'est plus à démontrer : tant au point de vue théorique que pratique, la connaissance de ce facteur donne des indications précieuses; aussi plusieurs appareils ont-ils été imaginés pour remplacer la méthode classique un peu longue et délicate du goniomètre.

» Cependant aucun d'eux ne remplit encore, d'une manière complète, les conditions multiples exigées pour un tel appareil, qui doit ne nécessiter l'application d'aucune formule, ne demander aucun réglage ni manipulation délicate pouvant influer sur l'exactitude du résultat et cependant présenter de l'exactitude et de la précision.

» C'est cette lacune que j'ai cru combler en imaginant l'appareil que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui.

» Le principe sur lequel il repose est très simple : il consiste à annuler par un prisme solide d'angle variable et d'indice constant la déviation imprimée à un rayon lumineux par un prisme creux d'angle fixe et assez petit qui est rempli du liquide à mesurer.

» L'angle que devra avoir le prisme solide permettra d'évaluer l'indice inconnu du corps à étudier. En effet, si nous prenons des angles prismatiques assez petits pour que la formule

$$n = \frac{i}{r}$$

soit applicable, nous pourrons écrire, quand le rayon émergent ayant traversé les deux prismes sortira parallèle à sa direction incidente,

$$(n-1)\alpha = (x-1)A,$$

(¹) Ce travail a été fait à l'École municipale de Physique et de Chimie, laboratoire de M. le professeur Baille.

n étant l'indice du prisme à angle variable et A l'angle de la cavité prismatique renfermant le liquide.

» En faisant entrer dans une constante les valeurs invariables n et A, on a simplement

$$x - 1 = k\alpha.$$

» Le prisme solide à angle variable est constitué par une bande de verre découpée dans une lentille sphérique.

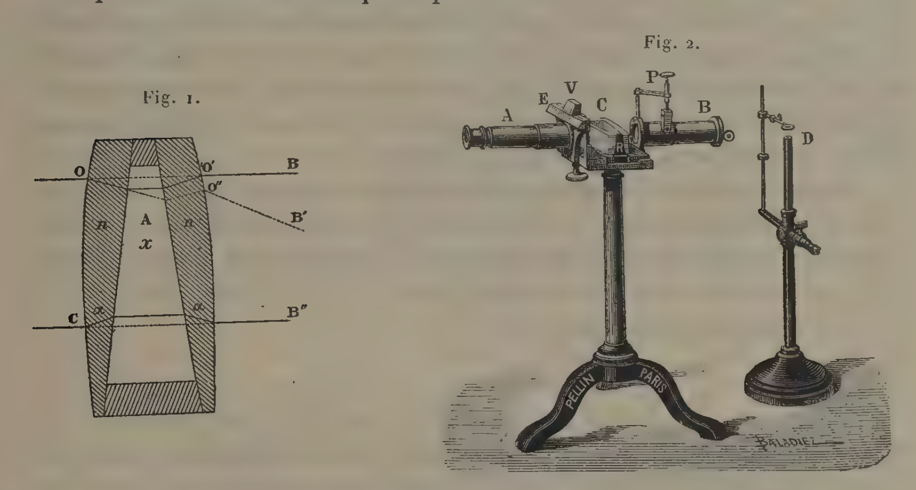


Fig. 1.

Fig. 2.

» Or, dans une lentille, l'angle formé par les plans tangents aux sphères est sensiblement proportionnel à la distance d séparant le point considéré du centre optique de la lentille. Cette remarque permet de remplacer la mesure d'angle par une mesure de longueur beaucoup plus facile, et

$$x - 1 = k'.d.$$

» Pour réaliser pratiquement ces conditions théoriques, l'appareil est constitué par une petite cuve prismatique à faces sphériques (*fig.* 1) formant le prisme à angle variable. Les faces internes de la cuve étant planes, on pourra annuler la déviation par un liquide quelconque, en déplaçant cette cuve entre une lunette et un collimateur. Un vernier solidaire avec la cuve permet d'évaluer le déplacement; la *fig.* 2 montre l'ensemble de l'appareil avec son brûleur à sodium.

» La cuve étant parfaitement symétrique par rapport à la bissectrice de l'angle central, on n'a pas à tenir compte du déplacement latéral dû aux

lames courbes et on constitue pour chaque liquide un véritable prisme à vision directe.

» *Sensibilité de l'appareil.* — Chaque division de la graduation, qui vaut environ 1^{mm}, représente une unité de la deuxième décimale; le vernier au $\frac{1}{10}$ permet donc de lire $n-1$ à $\frac{1}{1000}$ près.

» Cet appareil permet de mesurer les indices entre 1 et 1,70, mais on peut augmenter beaucoup la sensibilité en modifiant convenablement l'indice du verre des lentilles, leur rayon de courbure, l'angle de la cavité prismatique, enfin en restreignant les limites entre lesquelles l'appareil doit fonctionner. Pour les mesures se rapportant aux mélanges alcooliques par exemple, la différence entre l'indice de l'alcool et celui de l'eau étant de $\frac{3}{100}$, chaque division de l'appareil ayant 2^{mm} représentera $\frac{1}{1000}$: l'approximation au vernier se fera donc à $\frac{1}{10000}$ au moins.

» *Mesure des solides.* — L'appareil se prête très bien à la mesure des petits cristaux solides dont il n'est même pas besoin de connaître l'angle.

» Soit δ le déplacement dû au cristal seul, δ' celui dû à la fois au cristal et à un liquide d'indice N versé dans la cuve.

» On démontre facilement que

$$x-1=(N-1)\frac{\delta}{[(N-1)+\delta]-\delta'}.$$

Le liquide choisi pourra être de la benzine, par exemple, si le cristal est soluble dans l'eau; la seule condition est que l'angle du cristal ne soit pas supérieur à celui du prisme creux.

» Pour les usages industriels, où la mesure de l'indice remplacera avantageusement la mesure de la densité, j'étudie un appareil à lecture directe fondé sur le même principe.

» Je me propose également de publier les mesures diverses auxquelles se prête mon appareil, telles, par exemple, que le dosage des métaux par la variation d'indice, accompagnant leur précipitation par un réactif chimique ou leur déplacement par un métal plus oxydable, la détermination de la richesse des solutions par leur indice.

» La mesure est en effet plus exacte, plus rapide et nécessite beaucoup moins de liquide que le procédé densimétrique généralement exploré.

» Enfin la mesure des indices permet également de déceler les combinaisons instables et passagères qui se produisent dans les liquides sous l'influence d'agents physiques, tels que la chaleur, la pression, etc., et qui sont inaccessibles à l'analyse chimique ordinaire. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'application de la mesure du pouvoir rotatoire à la détermination de combinaisons formées par les solutions aqueuses de sorbite avec les molybdates acides de soude et d'ammoniaque.* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Duclaux.

« La mannite ordinaire éprouve, comme je l'ai montré précédemment (¹), de la part de certains molybdates acides, une action qui se traduit par un changement considérable dans la valeur du pouvoir rotatoire. L'augmentation est assez grande pour qu'il soit possible de suivre, par la mesure de l'action sur la lumière polarisée, les réactions qui se produisent dans les solutions aqueuses de ces corps. La sorbite, isomère de la mannite, se prête à des recherches de même nature.

» La matière première de mes expériences m'a été gracieusement donnée par M. Vincent, qui l'avait régénérée lui-même de l'acétal dibenzoïque. Sa composition est, comme on sait, représentée par la formule

$$C^6H^{12}O^6 + \frac{1}{2}H^2O.$$

Ses solutions aqueuses ont un pouvoir rotatoire que les molybdates neutres ne modifient pas, mais que l'acide molybdique et les molybdates acides amènent à des valeurs très diverses. Pour donner une idée de ces changements, il suffit de dire que l'addition à un poids constant de sorbite d'une quantité de molybdate acide de soude, égale à $\frac{1}{168}$ du poids moléculaire de cette substance, réduit la rotation à la moitié de sa valeur, qu'elle devient nulle pour une quantité double de sel et qu'elle change de signe pour des additions ultérieures, en augmentant jusqu'à atteindre vingt fois la valeur initiale.

» Je me suis servi de solutions contenant $0^{gr},7958$ de sorbite, que j'additionnais de quantités de molybdates acides croissant par fractions égales à $\frac{1}{24}$ du poids moléculaire et de l'eau distillée nécessaire pour amener le volume à occuper 12^{cc} à la température de $17°$.

» C'est à cette température que les observations ont été faites, et on s'est attaché à la rendre constante pour éviter les erreurs provenant de la

(¹) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1360.

variation très notable du pouvoir rotatoire de ces dissolutions avec la température. Le tube qui contenait le liquide avait 200^{mm} de longueur et les rotations étaient mesurées à la lumière du sodium, produite par du sel marin volatilisé dans une nacelle de platine; on obtient une flamme constante et une très vive intensité en chauffant la nacelle dans le dard d'un chalumeau à gaz alimenté d'air par une trompe.

» La solution de sorbite pure donnait une rotation de $-0^{\circ}16'$.

» Le Tableau suivant contient les résultats des expériences :

Quantités de sel par $\frac{1}{24}$ du poids moléculaire *m*.	Molybdate acide de soude.		Molybdate acide d'ammoniaque.	
	Rotations.	Variations par $\frac{1}{24}$ de *m*.	Rotations.	Variations par $\frac{1}{24}$ de *m*.
1	$+0^{\circ}.39'$	$+55'$	$+0^{\circ}.39'$	$+55'$
2	1.39	60	1.36	57
3	2.38	59	2.30	56
4	3.35	57	3.28	58
5	4.30	55	4.25	57
6	5.12	42	5.10	45
6,5	5.27	30	5.24	28
6,75	5.29	+ 8	5.26	+ 8
6,857	5.23	— 56	5.20	— 56
7	5.15	56	5.12	56
7,5	4.51	48		
8	4.33	36		
9	4. 7	26		
10	3.51	16		
11	3.37	14		
12	3.25	12		
13	3.16	9		
14	3.13	3		
16	3. 9	2		
20	2.52	4		

» *Sorbite et molybdate acide de soude* ($3Na^2O, 7MoO^3, 11H^2O$). — On voit, à l'inspection de ces nombres, que : 1° la rotation initiale négative devient positive par l'addition d'un poids de sel qui n'est que $\frac{1}{84}$ du poids moléculaire ; elle augmente alors de quantités très sensiblement égales pour des additions égales, ce qui permet de conclure à la formation progressive d'un composé entre les quantités totales de sel employées et les fractions de poids moléculaires correspondantes de sorbite.

» 2° La rotation atteint une valeur maxima de 5° 29′ lorsqu'à un poids de sorbite, représentant le poids moléculaire de cette substance, on ajoute $\frac{6,75}{24}$ du poids moléculaire de molybdate acide de soude. Si l'on admet que la formule $3Na^2O, 7MoO^3, 11H^2O$ exprime la composition de ce sel, cette quantité représente 1,969, c'est-à-dire près de deux fois le poids moléculaire de l'acide molybdique, et l'on pourrait supposer que le maximum correspond à une dissolution contenant 1 molécule de sorbite et 2 molécules d'acide molybdique. Mais, si l'on s'en tient strictement à ce que donne l'expérience, on reconnaît que pour ces proportions relatives, qui correspondent à $\frac{6,857}{24}$ du poids moléculaire du sel, la rotation observée est 5° 23′, un peu inférieure à la valeur maxima observée avec $\frac{6,75}{24}$ du poids moléculaire de molybdate acide de soude. Pour interpréter ce résultat, on peut remarquer que le molybdate neutre de soude n'a aucun effet sur le pouvoir rotatoire de la sorbite et, dès lors, supposer que le sel $3Na^2O, 7MoO^3$ n'intervient que par l'excès $4MoO^3$ d'acide molybdique sur $3(Na^2O, MoO^3)$ qu'il contient virtuellement et, dans cette hypothèse, le maximum aurait lieu pour la solution contenant 1 molécule de sorbite et $1^{mol},125$ d'acide molybdique ou entre 8 de sorbite et 9 d'acide molybdique.

» 3° Les additions ultérieures de sel, jusqu'à $\frac{20}{24}$ du poids moléculaire, donnent des solutions dont les pouvoirs rotatoires diminuent graduellement, ce qui indique la transformation du composé correspondant au maximum et la tendance vers un autre équilibre.

» *Sorbite et molybdate acide d'ammoniaque* $3(AzH^4)^2O, 7MoO^3, 2H^2O$. — Cette substance agit sur la sorbite de la même manière que le sel de soude correspondant; les valeurs absolues des rotations sont un peu inférieures et le maximum a lieu pour les mêmes proportions relatives de sel et de sorbite.

» Si l'on compare ces résultats à ceux que j'ai obtenus avec la mannite, on trouve entre eux les plus grandes analogies; la marche du phénomène est la même, le maximum a lieu pour les mêmes proportions de matière; la seule différence à signaler est la variation plus grande produite dans la rotation par la même quantité de sel que l'on observe dans le cas de la sorbite. L'étude de la perséite conduit à des conclusions de même nature. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les borates métalliques*. Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Malgré les recherches nombreuses faites sur les borates métalliques, il n'y a pas de composés de la Chimie minérale qui soient aussi mal connus. Dans les Traités de Chimie on ne trouve pas indiqué moins de onze proportions dans lesquelles l'acide borique se combinerait aux bases. La facilité avec laquelle un fait aussi singulier a été admis par les chimistes provient de la tendance très répandue aujourd'hui d'assimiler tous les corps simples au carbone et de considérer que la complication de la formule d'un composé est une garantie de l'exactitude des analyses qui ont conduit à établir cette formule. Parfois même, en l'absence de toute base expérimentale, on classe au nombre des composés définis de simples mélanges, comme le borax fondu, par le seul motif qu'ils se prêtent en notation atomique à l'établissement d'une élégante formule de constitution. Les erreurs commises sur la détermination des borates proviennent de ce que, pour les sels anhydres, les analyses ont trop souvent porté sur des mélanges et, pour les sels hydratés, que l'eau basique de constitution n'a pas été séparée de l'eau de cristallisation, comme cela se fait depuis longtemps pour les phosphates.

» Les seuls borates dont la formule soit actuellement établie d'une façon indiscutable sont les deux hydrates de l'acide borique BoO^3, HO et $BaO^3, 3HO$.

» $BoO^3, 3MO$. — Ebelmen, voulant vérifier des analogies supposées entre l'acide borique et l'acide silicique, prépara par fusion des borates dans lesquels l'oxygène de l'acide était à l'oxygène de la base dans le rapport 1 : 1 et 2 : 1. Il obtint des culots parfaitement cristallisés et semblant, à première vue, présenter toutes les garanties d'homogénéité désirable. Il fut ainsi conduit à considérer les borates de chaux et de magnésie de la première série comme des borates tribasiques. J'ai vérifié l'exactitude de cette prévision pour la magnésie, en fondant un mélange $BoO^3 + 2,5MgO$ et séparant par l'iodure de méthylène les deux espèces de cristaux formés. Le dosage de la magnésie fait par l'attaque en tube scellé, au moyen d'une liqueur titrée d'acide chlorhydrique, m'a donné

	MgO	
Borate de MgO.	trouvé.	calculé.
0,200	$0^{cc},124$	$0^{cc},126$

» Je n'ai pas réussi pour d'autres borates de même composition à isoler des cristaux présentant des garanties absolues de pureté.

» BoO^3, $2MO$. — Les borates de la seconde série d'Ebelmen, que la mort ne lui a pas laissé le temps d'étudier, appartiennent à cette catégorie des borates bibasiques. J'ai antérieurement attribué à tort à ces composés la formule inexacte BoO^3, $1,5MO$, qui est celle du mélange fondu par Ebelmen, mais qui n'appartient pas aux cristaux malgré l'homogénéité apparente des culots. La beauté des cristaux, ou lamelles cristallines, triés à la main m'avait paru donner une garantie suffisante de leur pureté.

» Ces cristaux sont, en réalité, entourés de couches très minces et parfaitement transparentes d'acide borique ou de verre borique que l'on peut mettre en évidence, suivant les cas, par l'action de l'eau bouillante ou par l'examen microscopique attentif des lames minces. Je m'en suis aperçu en voulant reproduire le borate de zinc d'Ebelmen, et constatant que la proportion d'oxyde de zinc peut varier de 1,5 à 2,75ZnO pour $1BoO^3$ sans que la cristallisation de la masse change d'aspect.

» Pour établir la composition exacte de ces borates, je suis parti de mélanges fondus renfermant 2,5MgO et 1MgO pour $1BoO^3$ et séparant dans le premier cas, par l'iodure de méthylène, le borate tribasique formé en même temps, et dans le second cas l'acide borique par l'eau bouillante.

Borate de MgO.	MgO trouvé.	MgO calculé.
	cc	cc
0,200	0,104	0,106
0,200	0,106	0,106

» Tous les borates de la série magnésienne isomorphes de BoO^3, $2MgO$ qui ont été décrits par M. Mallard [1], d'après les échantillons d'Ebelmen, ont évidemment la même composition.

» BoO^3, $1,5MO$. — J'ai obtenu un borate de zinc répondant à cette formule qui cristallise en très beaux dodécaèdres rhomboïdaux. On peut l'isoler très pur parce que, de tous les borates ou verres boraciques de ce métal, c'est le seul qui soit inattaquable aux acides :

Borate de ZnO.	ZnO trouvé.	ZnO calculé.
$0^{gr},63$	$0^{gr},396$	$0^{gr},399$

[1] E. Mallard, *Examen de diverses substances cristallisées préparées, mais non décrites par Ebelmen* (*Ann. des Mines*, novembre-décembre 1887).

» BoO^3, MO. — M. Ditte a signalé un borate de chaux répondant à cette formule, mais les procédés indiqués pour sa préparation ne permettent pas de l'obtenir à l'état de pureté. Par fusion directe, on peut faire varier la proportion d'acide borique de 25 pour 100 sans cesser d'avoir un culot bien cristallisé ; par fusion avec les chlorures alcalins, on obtient, suivant la façon de procéder, des mélanges qui renferment depuis $0,5\,CaO$ jusqu'à $3\,CaO$ pour $1\,BoO^3$.

» J'ai obtenu ce sel à l'état de pureté en plaçant, dans un mélange des chlorures alcalins et des chlorures de calcium, un gros fragment d'acide borique fondu et chauffant en creuset ouvert pour permettre l'accès de la vapeur d'eau. Après refroidissement et dissolution, on sépare le reste du morceau d'acide borique, puis on lave les cristaux à l'eau bouillante et à l'acide acétique dilué. Leur analyse conduit exactement à la formule BoO^3, CaO.

» Il n'existe pas de borates acides renfermant plus de 1 équivalent d'acide pour 1 équivalent de base. Les borates anhydres auxquels des formules semblables ont été attribuées sont des mélanges de borate magnésien bibasique avec de l'acide borique immédiatement soluble dans l'eau, ou des borates alcalinoterreux monobasiques avec des verres boriques en globules parfois discernables à l'œil nu. L'existence de ces mélanges est particulièrement nette pour les prétendus composés :

$$4BoO^3, 3MgO, \quad 3BoO^3, 2MgO, \quad 2BoO^3, SrO, \quad \ldots.$$

» Les borates hydratés acides renferment tous de l'eau qui ne part pas dans le vide à 100° et parfois même dans le vide à 150°. Cette eau ne peut être considérée comme de l'eau de cristallisation, mais doit être assimilée à l'eau de constitution ou eau basique des phosphates. En en tenant compte, on fait rentrer les borates hydratés dans l'une des quatre familles précédentes. Le borax est monobasique, $BoO^3\left(Na^{\frac{1}{2}}H^{\frac{1}{2}}\right)O, Aq$. Les borates de chaux naturels, colemanite, perséite, paraissent être bibasiques $BoO^3\,2\left(Ca^{\frac{1}{3}}H^{\frac{2}{3}}O\right)$, etc.

» Les seuls borates dont la formule doive être considérée comme établie d'une façon certaine se rapportent donc à l'un des quatre types

$BoO^3, 3MO$,	$BoO^3, 2MO$,	BoO^3.
$1,5MO$,	BoO^3, MO,	

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les états isomériques du sulfate de sesquioxyde de chrome.* Note de M. **A. Recoura.**

« Dans un Mémoire précédent (*Comptes rendus* du 14 décembre) j'ai fait voir que le sulfate de sesquioxyde de chrome peut, comme le sesquichlorure et le sesquibromure, présenter *à l'état solide* deux modifications isomériques distinctes, le sulfate violet et le sulfate vert. Le sulfate violet, qui est le sel normal, est celui que l'on obtient dans les conditions ordinaires. Le sulfate vert est celui que l'on obtient quand on prépare le sulfate en présence d'une très faible quantité d'eau (celle qui est nécessaire pour fournir une dizaine de molécules d'eau de cristallisation) ou bien quand on déshydrate partiellement par la chaleur le nitrate violet cristallisé.

» Je me propose d'étudier, dans ce Mémoire, la constitution du sulfate vert.

» Mais je dois auparavant rappeler que le sulfate de chrome peut subir encore une autre modification. Quand on porte à l'ébullition une dissolution de sulfate violet de chrome, elle devient verte. J'ai étudié récemment la constitution de cette dissolution (*Comptes rendus*, 22 juin 1891) et montré qu'*elle ne renferme pas une modification isomérique du sulfate de chrome, mais un sulfate basique*, $2Cr^2O^3, 5SO^3$, provenant de la décomposition complète, sous l'influence de la chaleur, du sulfate neutre dissous en acide sulfurique libre et sulfate basique. Pour éviter toute confusion, je désignerai par *sulfate vert* le sulfate vert solide, tandis que je désignerai par *sulfate modifié* le sulfate vert basique incristallisable, qui existe dans les dissolutions modifiées par la chaleur.

» Je dois en outre rappeler, pour l'intelligence de ce qui va suivre, que j'ai mis en évidence l'existence de trois hydrates chromiques différant par leur capacité de saturation pour les acides. Ce sont :

» 1° L'hydrate chromique normal que les alcalis précipitent des sels violets de chrome et qui fixe 6 molécules d'acide monobasique. On peut donc le représenter par la formule $Cr^2(OH)^6$.

» 2° L'hydrate chromique qui correspond au sulfate basique qui existe dans les dissolutions chauffées. Cet hydrate ne peut fixer que 5 molécules d'acide monobasique et peut être représenté par la formule $Cr^4O(OH)^{10}$. Il ne peut être isolé; quand on cherche à le précipiter, il se dédouble et l'on obtient l'hydrate suivant.

» 3° L'hydrate chromique que l'on précipite quand on décompose, par une quantité équivalente d'alcali, la dissolution de sulfate modifiée par la

chaleur, ou bien la dissolution de l'oxychlorure Cr^2Cl^4O. Cet hydrate ne peut fixer que 4 molécules d'acide monobasique et peut être représenté par la formule $Cr^2O(OH)^4$.

» *Constitution du sulfate vert.* — Ceci posé, arrivons à la constitution du sulfate vert. J'ai d'abord cherché quelle est la nature de l'hydrate chromique que les alcalis précipitent de la dissolution du sulfate vert solide. J'ai reconnu que cet hydrate est celui que j'ai représenté par la formule $Cr^2O(OH)^4$. Ceci résulte des mesures suivantes :

Cr^2O^3 précipité du sulfate vert $+ 2SO^4H^2$ dissous $= Cr^2O^3, 2SO^3$ dissous. $+35^{cal}$
$Cr^2O^3, 2SO^3$ dissous $+ SO^4H^2$ dissous.................................. $-0^{cal},2$

» Ces mesures montrent, en effet, que *l'oxyde précipité du sulfate vert ne peut fixer que 2 molécules d'acide sulfurique;* elles montrent en outre que cet hydrate est identique à celui que les alcalis précipitent des dissolutions modifiées par la chaleur.

» Est-ce à dire que les dissolutions modifiées par la chaleur sont identiques à la dissolution du sulfate vert solide? Il n'en est rien. En effet, j'ai montré que cette dernière dissolution ne donne pas de précipité avec le chlorure de baryum, tandis que la dissolution modifiée par la chaleur laisse précipiter immédiatement le tiers de son acide sulfurique. Cette propriété établit donc, au point de vue pratique, une distinction bien nette entre les deux dissolutions vertes. Je rappelle en outre que les dissolutions modifiées renferment de l'acide sulfurique libre. Du reste, les mesures calorimétriques viennent confirmer la différence. Si, en effet, on traite par une quantité équivalente de soude les deux dissolutions, on obtient les résultats suivants :

$Cr^2O^3, 3SO^3$ mod. diss. $+ 6NaOH$ diss. $= Cr^2O^3$ préc. $+ 3Na^2SO^4$ diss.... $+58^{Cal},8$
$Cr^2O^3, 3SO^3$ vert diss. $+ 6NaOH$ diss. $= Cr^2O^3$ préc. $+ 3Na^2SO^4$ diss.... $+63^{Cal}$

» On voit qu'il y a entre les deux dissolutions une différence de $4^{Cal},2$ et, comme l'oxyde précipité est le même dans les deux cas, on peut en conclure que la transformation du sulfate vert dissous en sulfate modifié est accompagnée d'un dégagement de chaleur de $4^{Cal},2$.

» *Transformations de la dissolution du sulfate vert.* On peut, du reste, réaliser directement cette transformation de la façon suivante : on verse dans la dissolution du sulfate vert une quantité de soude équivalente au tiers de l'acide, c'est-à-dire à une molécule d'acide sulfurique. Dans ces conditions, il ne se forme pas de précipité. Si l'on traite alors la liqueur par une molécule d'acide sulfurique dans le but de reneutraliser l'oxyde

de chrome, on constate que la moitié de l'acide que l'on vient d'ajouter reste libre. En effet :

$Cr^2O^3.3SO^3$ vert diss. + 2 NaOH diss. = $Cr^2O^3, 2SO^3$ diss. + Na^2SO^4 diss.	$+26^{Cal},5$
$Cr^2O^3, 2SO^3$ dissous + $\frac{1}{2}SO^4H^2$ dissous = $Cr^2O^3, 2\frac{1}{2}SO^3$ dissous........	$+7^{Cal},1$
$Cr^2O^3, 2\frac{1}{2}SO^3$ dissous + $\frac{1}{2}SO^4H^2$ dissous............................	$-0^{Cal},15$

» Ainsi donc la dissolution ainsi obtenue renferme $\frac{1}{2}$ molécule d'acide sulfurique libre, comme la dissolution modifiée par la chaleur, et les mesuresth ermiques montrent qu'elle lui est identique.

» On peut encore réaliser la même transformation en portant à l'ébullition la dissolution du sulfate vert. Elle est alors identique à la dissolution modifiée.

» Enfin, si l'on abandonne à elle-même la dissolution du sulfate vert, elle commence immédiatement à se transformer, sa couleur passe peu à peu du vert au violet, et au bout d'un certain temps, plus ou moins long suivant la concentration, elle atteint un état définitif. Elle est alors identique à la dissolution du sulfate violet, comme le montrent les mesures calorimétriques, et les alcalis en précipitent l'hydrate chromique normal.

» *Absence de double décomposition.* — J'ai fait voir que, lorsque l'on verse dans la dissolution étendue du sulfate vert, du chlorure de baryum ou de l'azotate de plomb, on n'obtient aucun précipité. On peut se demander si ce fait tient à l'absence de double décomposition, ou bien à la formation d'un composé complexe soluble. Pour le savoir, j'ai mêlé dans le calorimètre des dissolutions équivalentes de sulfate vert et de chlorure de baryum et j'ai constaté qu'*il ne se produit aucun phénomène thermique*. L'absence de précipité est donc due à ce que *le sulfate vert de chrome ne se prête pas à la double décomposition*.

» *Conclusions.* — Les conclusions à tirer de ces expériences sont les suivantes :

» Le sulfate vert solide de chrome, $Cr^2O^3, 3SO^3, 11H^2O$, quoique ayant la même composition que le sulfate violet, doit avoir une constitution complètement différente. Il ne se comporte pas comme un sel ordinaire, puisqu'il ne se prête pas à la double décomposition, et il est à présumer que, dans ce composé, le chrome est engagé dans un radical présentant une certaine stabilité. Ce qui le prouve encore, c'est que, quand on décompose ce corps par un alcali, on en précipite bien de l'hydrate chromique; mais, dans cette destruction de la molécule, les éléments se groupent de façon à constituer, non pas l'hydrate chromique normal, comme on pourrait s'y attendre, puisque le sel renferme les éléments de 3 molécules

d'acide sulfurique, mais l'hydrate qui ne peut fixer que 2 molécules d'acide. La dissolution de ce composé dans l'eau est complètement différente de la dissolution verte que l'on obtient quand on chauffe la dissolution du sulfate violet. Le sulfate vert, indéfiniment stable à l'état solide, se transforme peu à peu, quand il est dissous, en sulfate violet. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un chlorosulfure de silicium.* Note de M. **A. Besson**, présentée par M. Troost.

« J'ai signalé antérieurement l'action du chlorure de soufre sur le silicium cristallisé qui, à une température inférieure au rouge, donne du chlorure de silicium Si^2Cl^4 et du soufre; au rouge vif, la réaction est plus complète et permet d'obtenir un chlorosulfure. On dirige, à travers un tube de porcelaine chauffé au rouge vif et renfermant une colonne de Si cristallisé, un courant de chlore entraînant des vapeurs de chlorure de soufre S^2Cl; le tube doit être de gros diamètre et, malgré cette précaution, il ne tarde pas à se boucher par production de sulfure de silicium. Dès que cela se produit, on interrompt le passage du chlorure de soufre, et le chlore, continuant à passer, ne tarde pas à déboucher le tube, et l'expérience peut suivre son cours; on peut juger, par ce qui précède, que l'expérience est très pénible et exige de grandes quantités de Si, tout en donnant un faible rendement. On recueille ainsi un liquide tenant du soufre en suspension; on le soumet à la distillation qui en sépare d'abord du chlorure de silicium. La température d'ébullition s'élève et, à 185°, distille un liquide qui ne tarde pas à se solidifier et dont la composition est représentée par $Si^2Cl^2S^2$. Il est très difficile d'obtenir ce corps à un complet état de pureté, car il est accompagné, dans la distillation, par un liquide dont il est très difficile de le séparer; ce liquide semble être un oxychlorure de Si, produit en même temps dans la réaction et entraîné par la vapeur du chlorosulfure. Pour le purifier, on le dissout à chaud dans du tétrachlorure de carbone, et on le fait cristalliser en refroidissant énergiquement, car il reste longtemps en sursaturation; les cristaux étant égouttés à l'abri de l'humidité, on les sublime à 100° dans un courant d'air sec. Il se présente sous la forme d'un corps solide blanc, cristallisé en longues aiguilles fusibles à $+74°$, présentant lors de la solidification un phénomène de surfusion marqué; très altérable à l'air, décomposable par l'eau avec violence, avec production de silice, d'acides chlorhydrique et sulfhydrique.

» Ce chlorosulfure s'obtient encore par l'action ménagée du chlore sur le sulfure de silicium au rouge vif. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau phosphure de cuivre cristallisé.* Note de M. GRANGER, présentée par M. Troost.

« Aucune des combinaisons du cuivre et du phosphore décrites jusqu'ici n'est cristallisée. En reprenant l'étude d'un phosphure obtenu par Abel, j'ai pu préparer un nouveau composé et l'obtenir en cristaux définis.

» En faisant passer un courant de vapeur de phosphore sur du cuivre chauffé au rouge, Abel a obtenu une masse fondue d'un gris d'acier, assez dure, à cassure cristalline.

» J'ai préparé une certaine quantité de ce phosphure et j'ai trouvé que, suivant la durée de la chauffe dans la vapeur de phosphore, la composition variait; elle ne répondait plus très exactement à la formule Cu^6Ph, sous laquelle ce corps est décrit dans les Ouvrages. Abel, du reste, avait indiqué que, dans ses expériences, la teneur en phosphore du produit obtenu variait de 12,2 à 13,5 pour 100.

» Voici les résultats de l'analyse de plusieurs échantillons :

	Théorie pour Cu^6Ph.	Trouvé.		
Cuivre	86,01	86,42	85,37	84,42
Phosphore	13,99	13,53	»	»
	100,00	99,95		

» Le premier échantillon, resoumis à l'action du phosphore, a donné :

Cuivre	84,27
Phosphore	14,30
	99,07

» On voit qu'en augmentant la durée de la chauffe dans la vapeur de phosphore, la teneur en phosphore augmente.

» J'ai continué à faire agir la vapeur de phosphore sur ce produit, au bout de plusieurs heures je l'ai vu s'iriser, puis sa surface s'est couverte de ramifications, enfin des cristaux se sont formés.

» Ces cristaux se présentent sous forme de prismes hexagonaux et portent les faces p, m, avec les modifications b^1.

» Les mesures goniométriques ont donné

pb^1	116° 7
pm	90
mm	120

d'où l'on déduit la relation axiale $a:c = 1:0,5661$.

» Ces cristaux atteignent jusqu'à 3mm et 4mm de longueur; ils sont gris d'acier, très brillants, durs et cassants.

» Leur composition est différente de celle du corps décrit précédemment; elle répond à la formule Cu^5Ph.

	Calculé.	Trouvé.
Cuivre	83,66	83,28
Phosphore	16,34	16,19
	100,00	99,47

» Chauffés au rouge sombre au contact de l'air, ils se transforment en phosphate; ils se dissolvent facilement dans l'acide nitrique chaud.

» A la température à laquelle je l'ai préparé (rouge clair) le phosphure Cu^5Ph a une tension de dissociation sensible. Aussi, lorsque, dans l'appareil producteur, on vient à arrêter le courant de vapeur de phosphore, en le remplaçant pur un courant de gaz inerte, les cristaux disparaissent, laissant à leur place le phosphure Cu^6Ph.

» A plus haute température, vers 1300°-1400°, la perte de phosphore est plus grande : le résidu contient environ 92 pour 100 de cuivre.

» Il se rapproche par sa composition du cuivre phosphoré décrit par MM. de Ruolz Montchal et de Fontenay (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la dissolution du chlorure d'antimoine dans les solutions saturées de chlorure de sodium.* Note de M. **H. Causse**, présentée par M. Henri Moissan.

« Le chlorure d'antimoine $SbCl^3$, au contact de l'eau, subit une décomposition partielle qui le transforme en oxychlorure SbOCl. M. Ditte, en approfondissant la réaction, a trouvé que cette décomposition obéit aux lois générales formulées par H. Sainte-Claire Deville. Sans rien changer à la réaction provoquée par l'eau, sans modifier aucune des données

(1) *Comptes rendus,* t. LXXXIII, p. 783.

générales qui ont permis de la classer dans les phénomènes de dissociation, il est possible de déplacer le rôle de l'acide, de lui substituer un sel, comme le chlorure de sodium, et d'obtenir une solution de chlorure entièrement neutre.

» *Dissolution de l'oxyde d'antimoine dans l'acide chlorhydrique étendu.* — Avec de l'acide chlorhydrique à 37 pour 100 de HCl, on prépare une série de solutions mesurant toutes le volume de 100^{cc}, et contenant des quantités d'acide anhydre représentées par les nombres suivants : 5^{gr}, 10^{gr}, 15^{gr}, 20^{gr}, 25^{gr}, 30^{gr}, 35^{gr}. Dans chacune de ces solutions, on introduit de l'oxyde d'antimoine et, après un contact suffisant, on filtre pour séparer le résidu, que l'on sèche et pèse. De son poids on déduit celui de l'oxyde qui a été dissous, et ce dernier, multiplié par 0,76, donnera le poids d'acide transformé en chlorure d'antimoine $SbCl^3$.

	Poids HCl employé.	Oxyde dissous.	Acide neutralisé.	Acide libre.
N° 1............	5	0,028	0,2128	4,787
N° 2............	10	2,128	1,617	8,383
N° 3............	15	5,530	4,850	10,15
N° 4............	20	13,000	9,930	10,067
N° 5............	25	18,768	14,263	10,737
N° 6............	30	24,30	18,468	11,532
N° 7............	35	30,80	23,424	11,575

» Le Tableau ci-dessus indique les résultats obtenus. Si l'on cherche à interpréter tous ces résultats par une courbe, en prenant pour abscisses les quantités d'acide employées et pour ordonnées celles qui ont été neutralisées, on voit la proportion d'acide combiné suivre une courbe ascendante, tandis que, pour les quantités qui représentent l'acide libre, la courbe s'infléchit subitement vers le n° 3, suit une ligne brisée, et présente ce point particulier que, dans une solution renfermant 20^{gr} d'HCl pour 100, la moitié de ce poids peut être neutralisée par l'oxyde d'antimoine. On voit aussi que, lorsque la proportion atteint 15 pour 100, le poids d'acide qui reste libre est sensiblement constant pour toutes les solutions. Cette limite, fixe pour les conditions précédentes, est, comme dans tous les phénomènes de dissociation, variable avec le milieu dans lequel on opère; elle peut être partiellement reculée, avec l'aide du chlorure de sodium et par voie directe; ou bien supprimée totalement par voie indirecte, le chlorure d'antimoine se trouvant ainsi dissous par le chlorure de sodium seul.

» Nous nous occuperons d'abord du premier cas. Les solutions précé-

dentes sont mises en présence d'un excès de chlorure de sodium; après douze heures de contact, on filtre et, dans chacune d'elles, ainsi saturée de sel, on introduit 4^{gr} d'oxyde d'antimoine; on laisse en contact pendant vingt-quatre heures, on sépare le résidu, que l'on sèche et pèse, et, du poids de l'oxyde entré en solution, on déduit celui de l'acide neutralisé et, partant, la portion de ce dernier qui reste comme résidu. Le Tableau ci-après contient les résultats obtenus.

	Oxyde		Poids de HCl	
	introduit.	dissous.	combiné.	libre.
N° 1.............	4	2,310	1,85	2,937
N° 2.............	4	2,50	1,90	6,483
N° 3.............	4	2,50	1,90	8,25
N° 4.............	4	2,70	2,05	8,01
N° 5.............	4	2,469	1,87	9,296
N° 6.............	4	2,315	1,75	9,782
N° 7.............	4	2,50	1,90	9,675

» L'inspection de la colonne qui contient le poids d'oxyde dissous montre qu'il est à peu près le même pour toutes les solutions; la courbe qui représentera le poids de HCl libre sera la même que la précédente, sauf qu'elle s'est uniformément rapprochée de l'axe horizontal. On aperçoit dès maintenant le rôle de l'acide chlorhydrique : ce n'est plus lui qui règle le phénomène, il intervient seulement pour transformer l'oxyde en chlorure d'antimoine; mais la proportion de ce dernier, qui entre en solution, dépend avant tout du chlorure de sodium. Les chiffres consignés dans le précédent Tableau marquent la limite de l'action de l'acide chlorhydrique sur l'oxyde d'antimoine cristallisé, en présence du chlorure de sodium; cependant, lorsque cet oxyde est à l'état naissant, la limite est encore reculée.

	Poids de HCl	
	combiné.	libre.
N° 1.................................	»	»
N° 2.................................	2,00	4,115
N° 3.................................	3,15	4,348
N° 4.................................	3,30	4,108
N° 5.................................	3,70	5,596
N° 6.................................	3,86	5,922
N° 7.................................	3,80	5,875

» En effet, dans les solutions précédentes, on laisse couler une solution titrée de carbonate de soude dans le chlorure de sodium, telle que 10^{cc}

neutralisent 2^{cc} d'acide chlorhydrique à 37 pour 100, jusqu'à ce que le précipité qui se forme refuse de se dissoudre; et, avec cette donnée, on calcule ensuite la quantité d'acide qui a été neutralisée. Le Tableau ci-dessus donne les résultats qui ont été obtenus.

» Nous devons ajouter que ces chiffres n'ont qu'une valeur relative; après un temps plus ou moins long, il se sépare de l'oxychlorure d'antimoine.

» Toutefois, si dans chacune de ces solutions on introduit un excès de chlorure de sodium, bien que toutes les liqueurs en aient été au préalable saturées, on observe que le chlorure et l'oxyde d'antimoine, précipités par le carbonate alcalin, se dissolvent simultanément; cette circonstance, outre qu'elle définit nettement le rôle du sel marin, laisse apercevoir dans quelle voie il convient de diriger les recherches, et permet aussi de supprimer totalement l'acide libre.

» Il suffit, en effet, d'introduire dans les solutions précédentes un excès de sel marin, et de neutraliser par la solution de carbonate; on trouve qu'au moment où l'oxyde d'antimoine refuse de se dissoudre on a employé la quantité de carbonate de soude nécessaire et suffisante pour transformer tout l'acide chlorhydrique qui restait en chlorure de sodium.

» Afin de contrôler directement ce dernier point, on a fait l'expérience suivante : 15^{gr} de chlorure $SbCl^3$ sont dissous dans 30^{cc} d'acide chlorhydrique à 37 pour 100, soit 11^{gr},10 de HCl; on étend à 106^{cc}, on sature de sel marin et l'on en laisse un excès. Dans cette liqueur, on fait arriver la solution alcaline jusqu'à ce que le précipité d'oxyde refuse de se dissoudre; on trouve que 150^{cc} sont nécessaires et suffisants pour atteindre ce but; mais ils correspondent à 11^{gr},10 de HCl, et, dès lors, le chlorure d'antimoine est maintenu en solution par le chlorure de sodium, et cette solution, entièrement neutre, est stable. Quant aux rapports qui existent entre les deux chlorures, nous y reviendrons prochainement, en traitant de la solubilité comparée de l'oxyde de bismuth, d'antimoine et d'autres métaux, dans les solutions saturées de chlorure de sodium. »

CHIMIE. — *Sur un cyanure double de cuivre et d'ammoniaque.* Note de M. E. Fleurent, présentée par M. Schützenberger.

« Ainsi qu'il était facile de le prévoir, l'oxyde de cuivre hydraté est soluble dans le cyanure d'ammonium.

» Si, à une solution bouillante du cyanure ammoniacal récemment pré-

paré, on ajoute par petites portions de l'hydrate de cuivre encore humide, on voit celui-ci disparaître d'abord; et, si l'on filtre après en avoir ajouté un excès et maintenu l'ébullition pendant quelques instants, il se dépose, par refroidissement, tantôt un composé vert, tantôt un composé violet, tous deux cristallisés en belles aiguilles qui atteignent jusqu'à $0^m,01$ de longueur.

» Mais, outre que les rendements sont faibles dans les deux cas, il est difficile de fixer exactement les conditions de préparation de chacun de ces deux composés, car on obtient souvent l'un quand on recherche l'autre et réciproquement; de plus, la préparation du cyanure d'ammonium est trop dangereuse, et ce corps s'altère trop rapidement pour qu'on puisse en préparer la quantité nécessaire à l'étude de réactions exactes.

» Dans ces conditions, je me suis demandé s'il ne serait pas possible de substituer à cette méthode et à celles déjà connues un moyen de préparation qui éliminât l'emploi du cyanure ammoniacal, de l'acide cyanhydrique et donnât des produits d'une stabilité assez grande pour qu'on pût les soumettre, sans cause d'erreur, à l'analyse quantitative. C'est à quoi je suis arrivé après quelques tâtonnements, et c'est par la méthode générale indiquée ci-après qu'a été obtenu le corps que je présente aujourd'hui à l'Académie.

» On prépare trois solutions différentes contenant des quantités déterminées de chlorure cuivrique, de chlorure d'ammonium et de cyanure de potassium; on précipite la solution de cuivre par un excès d'ammoniaque, puis on y ajoute la solution de chlorure ammoniacal et enfin, en refroidissant, la solution de cyanure de potassium. La liqueur résultante, colorée en bleu, est introduite dans des tubes qu'on scelle à la lampe et qu'on chauffe ensuite à une température convenable et pendant un temps plus ou moins long.

» J'ai opéré, dans le cas actuel, avec 15^{gr} de $CuCl^2$, 3^{gr} de $Cl(AzH^4)$, et 22^{gr} de CyK dissous dans des conditions telles que le volume total ne dépassât pas 200^{cc} à 220^{cc}; la liqueur a été maintenue pendant trois heures entre 125° et 130°. Dans ces conditions, elle s'est presque décolorée; abandonnée à l'air, elle perd lentement son ammoniaque et laisse déposer des cristaux incolores qui s'altèrent rapidement. Mais il n'en est plus de même si, à l'ouverture des tubes, on traite la solution jusqu'à formation d'un léger trouble, par l'acide acétique étendu; elle laisse alors déposer, après filtration, des lamelles hexagonales, incolores qui possèdent la composition

$$Cu^2Cy^2.(AzH^4)Cy.3AzH^3,$$

déduite du Tableau suivant :

	Trouvé.	Théorie.
Cuivre	45,63	46,10
Cyanogène	28,83	28,60
Ammoniaque	25,08	24,92

» Ce cyanure double est stable; dissous dans l'ammoniaque, la solution obtenue se colore en bleu à l'air; il est insoluble dans l'eau froide, peu soluble dans l'eau bouillante sans altération. Au-dessus de 100°, il perd de l'ammoniaque, du cyanure d'ammonium qui se sublime et il reste du cyanure cuivreux. Traité par l'acide nitrique ou sulfurique étendu, il donne du cyanure cuivreux et dégage de l'acide cyanhydrique.

» En faisant varier les quantités de cuivre, de sel ammoniac et de cyanure de potassium en même temps que la température et le temps de chauffage, on obtient des composés diversement colorés sur lesquels je reviendrai ultérieurement. J'ajoute, en terminant, que je me suis assuré que, si l'on remplace le cyanure de potassium par l'iodure ou le bromure, on obtient également des iodures et des bromures doubles de cuivre ou d'ammoniaque dont j'ai commencé l'étude (1). »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermique des acides organiques bibasiques; influence de la fonction alcool.* Note de M. G. Massol.

« Dans une Note précédente (2), j'ai indiqué la valeur thermique relative des deux acidités pour les trois premiers termes de la série oxalique. J'ai continué cette étude par la détermination des chaleurs de formation des sels des acides oxysucciniques. J'ai publié récemment les résultats obtenus avec l'acide malique (3). Pour calculer les chaleurs de formation des tartrates de potasse et de soude, j'ai utilisé les nombres publiés par M. Berthelot (4), et j'ai déterminé la chaleur de neutralisation totale par la potasse, qui est de $+ 25^{Cal},45$.

» Enfin, pour l'acide succinique, j'ai complété les résultats publiés par M. Chroustchoff (5), en déterminant les chaleurs de formation des sels

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Aimé Girard au Conservatoire des Arts et Métiers.

(2) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1062.

(3) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 800.

(4) *Mécanique chimique*, t. I, p. 539.

(5) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIX, p. 422.

acides de potasse et de soude. Les chaleurs de formation sont toujours déterminées d'après la formule générale

$$\text{acide solide} + \text{base solide} = \text{sel solide} + \text{eau solide} + Q.$$

	Acide		
	succinique.	malique.	tartrique.
	cc	cc	cc
1er KOH	26,26	29,74	» (1)
2e KOH	20,14	19,41	»
	46,40	49,15	53,26
1er NaOH..........	20,19	22,02	26,01
2e NaOH..........	19,83	20,10	19,81
	40,02	42,12	45,82

» La comparaison des nombres obtenus montre :

» 1° Que l'introduction de la fonction alcool, dans un carbone voisin, détermine une augmentation notable dans le nombre de calories qui se dégagent au moment de la formation des sels.

» 2° Que dans la série succinique, le nombre de calories dégagées augmente avec le nombre d'oxydriles alcooliques.

» 3° Que dans cette même série l'augmentation porte entièrement sur la première acidité; l'addition d'une deuxième molécule de base dégage sensiblement la même quantité de chaleur pour tous ces acides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le glycol disodé.* Note de M. de Forcrand.

« On ne peut pas obtenir ce composé par l'action directe du sodium sur le glycol monosodé, ce dernier corps étant solide et ne pouvant réagir sur un second équivalent du métal qu'à une température élevée, qui altère toutes ces combinaisons.

» J'ai pu cependant le préparer par les deux méthodes générales qui m'ont permis d'isoler un grand nombre d'alcoolates alcalins des alcools polyatomiques, savoir :

» 1° L'action du glycol sur 2 ou 3 équivalents de soude en dissolu-

(1) Le peu de solubilité du tartrate acide de potasse ne permet pas de déterminer la chaleur de formation de ce sel dans des conditions expérimentales absolument comparables.

tion aqueuse saturée et évaporation lente à froid jusqu'à dépôt de cristaux;

» 2° L'action du glycol sur 2 équivalents d'éthylate de sodium dissous dans un excès d'alcool éthylique absolu, et élimination par la chaleur de ce dernier alcool.

» Le premier procédé fournit, après huit ou dix jours, en présence de l'acide phosphorique anhydre, des lamelles cristallisées brillantes que l'on sépare de l'eau mère épaisse qu'elles retiennent au moyen d'une plaque poreuse, à l'abri de l'air. Elles sont constituées par un hydrate du glycol disodé : $C^4H^4Na^2O^4 + 10H^2O^2$. Cette combinaison perd lentement son eau de cristallisation à 150° dans un courant d'hydrogène sec, et laisse pour résidu le glycol disodé $C^4H^4Na^2O^4$ sous la forme d'une masse blanche, amorphe, poreuse.

» Je n'ai pu obtenir ainsi qu'un rendement très faible; 1 équivalent du glycol (62^{gr}) donne seulement 5^{gr} à 6^{gr} de cristaux; la plus grande partie du produit est perdue dans les eaux mères, dans lesquelles il est très soluble.

» J'ai préféré, pour l'étude thermique, employer la seconde méthode : on dissout 46^{gr} de sodium dans 400^{gr} à 500^{gr} d'alcool éthylique absolu; après dissolution complète et refroidissement, la liqueur se prend en une masse de cristaux. On y ajoute exactement 62^{gr} de glycol. Les cristaux se dissolvent presque complètement avec dégagement de chaleur. On chauffe à l'ébullition au réfrigérant ascendant pendant deux ou trois heures, puis on distille au bain d'huile à 135° dans un courant d'hydrogène sec jusqu'à poids constant. Le ballon contient un résidu solide, blanc, poreux, dur qui est le glycol disodé.

» Il est difficile, dans cette préparation, d'éviter la présence d'un très léger excès de glycol, la pesée du sodium donnant toujours une quantité de métal un peu faible, à cause de son oxydation. D'ailleurs cet excès est très faible et ne dépasse pas 1,2 pour 100, soit $\frac{1}{30}$ d'équivalent. Avec les poids précédemment indiqués, on obtient 106^{gr} de glycol disodé.

» Analyse :

		Trouvé.	Calculé pour $C^4H^4Na^2O^4$.	Calculé pour $C^4H^4Na^2O^4 + \frac{1}{30}C^4H^6O^4$.
Na pour 100	par l'alcalimétrie	42,66	43,39	42,56
	à l'état de sulfate	42,26		

» Ce produit contient les 98,32 centièmes de la quantité de sodium

théorique, et le métal est complètement à l'état d'alcoolate ([1]) (concordance des deux dosages). En tenant compte du petit excès de glycol que renferme ce composé, j'ai trouvé, pour sa chaleur de dissolution, à $+10^{\circ}$,

$$+21^{Cal},49 \text{ pour 1 équivalent } (106^{gr}) \text{ dans } 6^{lit}.$$

» D'autre part, tandis que 1 équivalent de glycol ($1^{éq}=2^{lit}$) ajouté à 1 équivalent de soude ($1^{éq}=2^{lit}$) fournit $+0^{Cal},28$, un second équivalent de soude donne avec cette dissolution $+0^{Cal},08$.

» D'où l'on déduit

$$C^4H^6O^4 \text{ liq.} + Na^2 \text{ sol.} = H^2 \text{ gaz} + C^4H^4Na^2O^4 \text{ sol} \ldots\ldots \quad +66^{Cal},68$$

et, comme le premier équivalent de sodium dégage $+39^{Cal},00$, on peut encore écrire

$$C^4H^5NaO^4 \text{ sol.} + Na \text{ sol.} = H \text{ gaz} + C^4H^4Na^2O^4 \text{ sol} \ldots\ldots \quad +27^{Cal},68$$

» On aurait, de même,

$$C^4H^5NaO^4 \text{ sol.} + NaO \text{ sol.} = HO \text{ sol.} + C^4H^4Na^2O^4 \text{ sol.} \quad +12^{Cal},82$$

$$C^4H^5NaO^4 \text{ sol.} + NaHO^2 \text{ sol.} = H^2O^2 \text{ sol.} + C^4H^4Na^2O^4 \text{ sol.} \quad -4^{Cal},19 \ ([2])$$

tandis que le premier équivalent de NaO et de $NaHO^2$ donne, avec le glycol liquide, $+24,14$ et $+7,13$.

» La différence entre ces deux séries de nombres est donc de $11^{Cal},32$ en faveur de la première fonction du glycol.

» Le sens général de ces résultats est le même que pour mes expériences sur les glycérinates qui donnaient une différence de $+9^{Cal},57$ (glycérine solide) et les érythrates pour lesquels la différence était $+7^{Cal},0$, toujours en faveur de la première substitution sodique. La seconde fonction alcool primaire paraît donc, pour tous ces alcools, avoir une affinité pour le sodium moindre que la première.

» En réalité, ces différences ne sont comparables que pour la glycérine solide et l'érythrite, à cause de l'état physique liquide du glycol, dont on ne connaît pas la chaleur de fusion. En admettant pour sa valeur le même nombre $-3^{Cal},9$ que pour la glycérine, la première fonction du glycol solide donnerait $+39,00-3,9=+35,10$ et la seconde $+27,68$.

([1]) Le glycol disodé obtenu par M. Wurtz (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 412) contenait seulement les 91,9 centièmes de la quantité de sodium théorique et, en grande partie, à l'état de sel.

([2]) A partir des éléments, on trouve

$$C^4 \text{ sol. (diam.)} + H^4 \text{ gaz} + Na^2 \text{ sol.} + O^4 \text{ gaz} = C^4H^4Na^2O^4 \text{ sol} \ldots \quad +178^{Cal},44$$

» Les différences sont alors

pour le glycol : + 7,42 ; pour la glycérine : + 9,57 ; pour l'érythrite : + 7,00,

tous ces alcools étant solides.

» On voit qu'elles sont de même signe et assez voisines ; elles ne varient pas régulièrement avec le degré d'atomicité [1].

» Ces différences expriment précisément la valeur de la réaction

$$C^mH^n(H^2O^2)^2 \text{ sol.} + C^mH^n(NaHO^2)^2 \text{ sol.} = 2C^mH^n(H^2O^2)(NaHO^2) \text{ sol.}$$

tout à fait comparable à celles-ci

$$S^2H^2O^8 \text{ sol.} + S^2Na^2O^8 \text{ sol.} = 2S^2NaHO^8 \text{ sol} \ldots\ldots \quad + 16^{Cal},2$$
$$C^4H^2O^8 \text{ sol.} + C^4Na^2O^8 \text{ sol.} = 2C^4NaHO^8 \text{ sol} \ldots\ldots \quad + 3^{Cal},8$$

qui ont lieu aussi avec dégagement de chaleur, comme M. Berthelot l'a fait remarquer depuis longtemps.

» Ce fait est donc général pour tous les alcools polyatomiques comme pour les acides polybasiques.

» On doit le retenir comme un moyen commode d'apprécier l'énergie relative des fonctions de ces composés lorsqu'on la mesure successivement, et comme une preuve de l'influence de la seconde fonction de même nature (alcool ou acide) sur la première.

» Mais, contrairement aux apparences, il ne faudrait pas en conclure que les deux fonctions alcool du glycol ou acide de l'acide oxalique ne sont pas identiques au point de vue de la valeur thermique de la substitution métallique, ce qui supposerait une dissymétrie. J'aurai l'occasion de revenir prochainement sur ces anomalies, et de montrer comment ces faits peuvent se concilier avec la similitude et même l'identité des deux fonctions. »

---

[1] Remarquons que les nombres + 35,10, + 39,99 et + 37,14, qui correspondent à la première fonction alcool primaire du glycol, de la glycérine et de l'érythrite, tous solides, sont assez voisins et constamment *supérieurs* à + 31,87, qui exprime la réaction du H^2O^2 sol. sur Na sol., et que l'on peut prendre comme mesure de l'affinité pour le sodium des alcools monoatomiques primaires solides. Au contraire, les nombres + 27,68, + 30,42 et + 31,16, caractéristiques de la seconde fonction primaires de ces alcools, sont tous *inférieurs* à $31^{Cal},87$. La répétition de cette fonction aurait donc pour effet d'exagérer la valeur de la première et d'atténuer celle de la seconde.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide nitrique dilué sur le nononaphtène.* Note de M. KONOVALOFF.

« Il y a quelques années, j'ai étudié en détail le nononaphtène C^9H^{18}, qui s'est trouvé identique avec le hexahydropseudocumène, obtenu par l'hydrogénisation de pseudocumène. J'ai décrit alors une série de dérivés de ce nononaphtène : $C^9H^{17}Cl$, $C^9H^{17}I$, $C^9H^{17}OOCCH^3$, $C^9H^{17}OH$, $C^9H^{16}Cl^2$, C^9H^{16}, C^9H^{14} [1].

» J'ai commencé depuis l'étude de l'action de l'acide nitrique faible sur cet hydrocarbure; ces expériences ont donné jusqu'ici les résultats suivants.

» L'hydrocarbure C^9H^{18} est facilement nitré par l'acide nitrique (densité 1,155-1,033), en chauffant la substance avec l'acide en tubes scellés (à des températures variant de 110° à 150° suivant la concentration de l'acide).

» Le produit principal, ainsi obtenu, distille à la pression de 40mm entre 131°-133° et à la pression atmosphérique avec décomposition partielle entre 224°-227°; densité, $d_0^0 = 1,0062$, $d_0^{20} = 0,9908$.

» L'analyse a donné pour la substance ainsi obtenue

	I.	II.	III.	IV.	Calculé pour la formule $C^9H^{17}AzO^2$.
C............	63,03	62,96	»	»	63,15
H............	10,33	10,20	»	»	9,94
Az...........	»	»	8,33	8,36	8,20

» Ce produit nitré se dissout très peu dans la solution concentrée de KOH; l'eau le sépare de cette dissolution.

» Avec l'acide azoteux il donne une coloration d'un vert pâle, provenant peut-être de la formation du pseudonitrole.

» Chauffé avec HCl, H^2SO^4, il se décompose avec la formation d'une base. On obtient également une base, quand on distille le produit nitré à la pression atmosphérique. Réduit à l'aide de la poudre de zinc et de l'acide acétique en solution alcoolique en chauffant, il donne une amine et un kétone.

---

(1) *Journal de la Société physico-chimique russe*, t. XVI, p. 296; t. XIX, p. 255 (1); t. XX, p. 118; t. XXII, p. 4 (1), p. 118 (1); t. XXIII, p. 446 (1).

» L'amine $C^9H^{17}AzH^2$ distille entre 173°-175°. Son chlorure cristallise bien (en cubes), mais seulement de l'éther du pétrole. Ces cristaux à l'air libre se transforment en cristaux d'un autre système, ayant une action sur la lumière polarisée. J'ai trouvé à l'analyse pour Cl : 19,52 pour 100 au lieu de 20,00 pour 100 qu'exige la formule $C^9H^{17}AzH^2.HCl$. Ce sel se dissout très bien dans l'eau (l'air humide agit sur lui), dans l'alcool, l'éther, la benzine et difficilement dans l'éther du pétrole.

» Son chloroplatinate est facilement soluble dans l'eau chaude et l'alcool, et cristallise de l'eau en écailles jaunes et brillantes. J'ai trouvé à l'analyse, pour Pt, 28, 35 pour 100, au lieu de 28,28 pour 100, qu'exige la formule $[C^9H^{17}AzH^2.HCl]^2PtCl^4$. Cette amine est une base forte, donnant des sels avec CO^2 et Az^2O^3; en partant de ce dernier sel, on obtient un alcool.

» Le kétone $C^8H^{16}CO$ distille à 180° — 182°; densité, $d_0^0 = 0,8903$; $d_0^{20} = 0,8747$.

» L'analyse a donné :

	I.	II.	III.	La théorie exige pour la formule $C^9H^{16}O$.
C..........	76,90	76,68	76,6	77,14
H..........	12,09	12,09	11,46	11,43

» Il ne se dissout pas dans l'eau, possède une légère odeur de menthe, rappelant celle du subérone; à la réduction, il donne un alcool, il se combine à l'hydroxyle amine en donnant $C^9H^{16}AzOH$ (trouvé à l'analyse, pour Az, 9,53 pour 100, au lieu de 9,00 pour 100). La substance ainsi obtenue est un liquide, qui distille avec décomposition partielle à 220°-225°; elle est soluble dans les acides et, à l'ébullition de ces derniers, se transforme de nouveau en kétone. En solution alcoolique, le sodium la transforme en amine.

» Le kétone $C^9H^{16}O$ ne se combine pas à $NaHSO^3$, n'agit pas sur le liquide de Fehling et ne réduit pas la solution ammoniacale d'argent, ne donne pas de combinaison cristalline avec le phénylhydrazine. Il décolore le brome sans que l'on observe, dans le commencement, un dégagement de HBr.

» Sous ces rapports, et en général par ses propriétés, le kétone rappelle le menthone $C^{10}H^{18}O$, dont par sa formule il est l'homologue supérieur [1]. »

---

[1] Travail du Laboratoire de Chimie organique de Moscou.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation de l'acétylène aux dépens du bromoforme.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Il y a quelques années ([1]), j'ai signalé la production de gaz acétylène par réaction, à froid, de la poudre humide d'argent sur l'iodoforme, l'eau jouant uniquement le rôle de favoriser les contacts. Cette formation synthétique par soudure des deux CH de deux molécules de formène trisubstitué, avait d'ailleurs été réalisée par M. Berthelot, en faisant passer de la vapeur de chloroforme sur du cuivre chauffé au rouge ([2]), puis par Kletzinsky ([3]) et ensuite par Fittig ([4]), en faisant réagir l'amalgame de sodium sur le chloroforme. La production de l'acétylène aux dépens de l'iodoforme, soit à froid, soit à basse température en présence des métaux, argent, fer et zinc, avait l'avantage d'être beaucoup plus abondante et ensuite de constituer une expérience de cours élégante.

» Je viens de reconnaître que le bromoforme présentait, sur le chloroforme et même l'iodoforme, de grands avantages pour mettre en relief la production synthétique de l'acétylène.

» Mis en contact avec un excès de poudre d'argent bien desséchée, le bromoforme s'échauffe et donne un dégagement abondant d'acétylène. 10^{gr} de bromoforme réagissent ainsi rapidement sur 50^{gr} poudre d'argent. Si l'on active la réaction en chauffant légèrement, la décomposition peut être tellement vive que l'argent devient incandescent avec dégagement tumultueux. La quantité d'acétylène produite n'est pas très éloignée de la théorie.

» Une façon très démonstrative de procéder consiste à imprégner de bromoforme une certaine quantité de poudre de zinc dans un ballon. On verse avec précaution, le long de la paroi, quelques gouttes de protochlorure de cuivre ammoniacal, de manière que le réactif vienne partiellement intéresser le zinc mouillé de bromoforme. L'acétylène se dégage tumultueusement, au point de déterminer la formation instantanée d'acétylure de cuivre sur tous les points de la paroi du ballon imprégnés de

---

([1]) *Bulletin de la Société chimique*, nouvelle série, t. XLI, p. 106.

([2]) *Comptes rendus*, t. L, p. 805.

([3]) *Jahresb.*, 1865, p. 485.

([4]) *Zeitsch. für Chemie*, 1866, p. 127.

réactif. On renouvelle cette addition sur un autre point de la paroi, et le phénomène se reproduit d'une façon saisissante.

» Le zinc ou le fer seuls décomposent mal le bromoforme.

» Un mode de préparation régulière consiste à additionner 50^{gr} de poudre de zinc de 20^{gr} de bromoforme, puis d'une solution de chlorure de cuivre à 2 pour 100. Le mélange s'échauffe spontanément au contact de la pile zinc-cuivre. On recueille abondamment de l'acétylène.

» Le chloroforme, soit au contact de la poudre d'argent, soit en présence de la poudre de zinc et du protochlorure de cuivre ammoniacal, comme ci-dessus, ne donne pas d'acétylène. La poudre zinc-cuivre, comme dans la dernière opération décrite, n'en donne qu'une trace très faible.

» Chauffé avec le sodium, le bromoforme dégage des traces douteuses d'acétylène. Le fait est digne d'être noté. D'ailleurs le chloroforme, dans l'expérience de Kletzinski, ne donne que des traces également.

» En résumé, le bromoforme, soit au contact de la poudre d'argent, soit au contact du zinc-cuivre humide, constitue une source d'acétylène abondante.

» L'étude comparée de l'iodoforme, du bromoforme et du chloroforme montre que l'iodoforme est le plus facilement décomposable par les métaux et le chloroforme le plus réfractaire. L'affinité plus faible de l'iode et du brome pour le carbone, comme on le sait, explique la décomposition. Ce qui est moins explicable, c'est l'action décomposante variable des divers métaux sur le bromoforme. Les métaux qui se soudent au brome avec le dégagement de chaleur le plus considérable devraient être les agents les plus favorables de la décomposition du bromoforme. Précisément la Thermochimie paraît à première vue en défaut. L'argent, qui dégage avec le brome moins de chaleur que le fer, le zinc, le sodium, le mercure, etc., a une action décomposante plus active.

» L'état moléculaire de ces métaux doit avoir une grande influence sur la décomposition : c'est sans doute dans cet état particulier qu'il faut chercher les contradictions apparentes entre les faits et les prévisions thermochimiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du perchlorure de phosphore sur les méthylnaphtylcétones; naphtylacétylènes α et β.* Note de M. **J.-A. Leroy**, présentée par M. Friedel.

« On connaît, depuis quelques années, les deux méthylnaphtylcétones.

» J'ai étudié l'action du perchlorure de phosphore sur ces corps dans le but de préparer les deux naphtylacétylènes qui n'avaient pas encore été isolés.

» L'α-méthylnaphtylcétone est un liquide qui bout à 296°-298°. Quand on la laisse tomber goutte à goutte sur du perchlorure de phosphore, il se produit une réaction assez vive, qui devrait normalement donner le dérivé chloré $C^{10}H^7-CCl^2-CH^3$ et de l'oxychlorure de phosphore; mais il y a dégagement d'acide chlorhydrique et l'on obtient un corps non saturé $C^{10}H^7-CCl=CH^2(\alpha)$. C'est un liquide incolore, de densité $=1,179$, bouillant à 184° sous une pression de 5^{cm} à 6^{cm} de mercure, fixant le brome par addition.

» La β-méthylnaphtylcétone est un corps solide, fusible à 51°,5-52°. En l'introduisant par petites portions dans un ballon contenant du perchlorure de phosphore, j'ai observé une réaction régulière, avec dégagement d'acide chlorhydrique, formation d'oxychlorure de phosphore et d'un dérivé chloré non saturé; c'est un isomère de celui que je viens de décrire, $C^{10}H^7-CCl=CH^2(\beta)$. Récemment préparé, il est incolore; mais, abandonné à lui-même, il s'altère peu à peu; il fond à 52°-53°. L'action du perchlorure de phosphore sur les méthylnaphtylcétones est plus complexe que je ne l'indique ici; il se forme un autre corps chloré, légèrement soluble dans l'eau bouillante, qui cristallise en aiguilles très fines, incolores et fond, en se décomposant, vers 165°. Je n'ai pas encore fixé sa composition.

» Les dérivés chlorés que je viens de décrire, traités par la potasse alcoolique, m'ont donné les deux naphtylacétylènes de formule

$$C^{10}H^7-C\equiv CH.$$

$$C^{10}H^7-CCl=CH^2+KOH=C^{10}H^7-C\equiv CH+KCl+H^2O.$$

» Cette réaction présente d'assez grandes difficultés, parce qu'elle est toujours accompagnée de la formation d'un éther oxyde:

$$C^{10}H^7-CCl=CH^2+KOH+C^2H^5.OH=C^{10}H^7-C\begin{matrix}\diagup OC^2H^5\\ \diagdown\!\!\diagdown CH^2\end{matrix}+KCl+H^2O.$$

» Pour diminuer la proportion de cet éther, il convient d'employer une solution alcoolique de potasse très concentrée, additionnée de potasse sèche, et de ne pas chauffer au delà de 120°.

» Pour séparer l'α-naphtylacétylène de l'éther oxyde, j'ai dû recourir à ses dérivés métalliques. On sait que les carbures acétyléniques vrais se combinent au sous-chlorure de cuivre ammoniacal, au nitrate d'argent dissous dans l'ammoniaque ou dans l'alcool. Le sous-chlorure de cuivre ammoniacal donne une poudre jaune clair, se décomposant avec déflagration sous l'influence de la chaleur. Les analyses que j'ai faites sur ce corps ne donnent pas de résultats concordants; cela tient à la facilité avec laquelle la substance s'oxyde à l'air. J'ai cherché à obtenir l'α-naphtylacétylène pur en le régénérant de sa combinaison cuprique par l'acide chlorhydrique; je ne suis pas arrivé ainsi à avoir le carbure exempt de dérivés chlorés.

» Par contre, le nitrate d'argent ammoniacal donne avec l'α-naphtylacétylène une poudre blanche $C^{10}H^7-C\equiv CAg$ qui, traitée par la quantité théorique d'acide chlorhydrique étendu, m'a permis d'avoir le carbure acétylénique pur.

» L'α-naphtylacétylène est un liquide incolore, bouillant à 143°-144°, sous une pression de 25^{mm} de mercure, de densité $= 1,057$.

» Il donne avec le nitrate d'argent alcoolique une poudre blanc jaunâtre $C^{10}H^7-C\equiv CAg + AgAzO^3$.

» Quand on laisse tomber goutte à goutte, à l'obscurité, une solution sulfocarbonique de brome dans une solution sulfocarbonique d'α-naphtylacétylène, on voit disparaître la couleur du brome, et, si l'on met fin à la réaction quand on observe un dégagement notable d'acide bromhydrique, on obtient un liquide $C^{10}H^7BrC = CHBr$.

» En dirigeant, à la lumière, de la vapeur de brome dans la solution sulfocarbonique du même carbure, on arrive à lui faire absorber plus de deux atomes de brome, mais on n'obtient qu'un liquide épais, mal défini.

» L'acide sulfurique étendu de un tiers de son volume d'eau hydrate l'α-naphtylacétylène en donnant un produit que j'ai identifié avec l'α-méthylnaphtylcétone, par l'ensemble de ses propriétés physiques et la formation de son hydrazone.

» J'ai signalé précédemment la facilité avec laquelle s'oxyde l'α-naphtylacétylure de cuivre. Si l'on agite, au contact de l'air, le précipité mis en suspension dans une solution alcoolique d'ammoniaque, on voit se déposer des cristaux sur les parois du vase. Il est naturel d'admettre que le précipité cuprique, si on pouvait le soustraire à l'action de l'air pendant sa

préparation, correspondrait à la formule $\begin{array}{l} C^{10}H^7-C\equiv C-Cu \\ C^{10}H^7-C\equiv C-\overset{|}{C}u \end{array}$. Sous l'influence de l'oxygène, il donne

$$\begin{array}{l} C^{10}H^7-C\equiv C-Cu \\ C^{10}H^7-C\equiv C-\overset{|}{C}u \end{array} + O = Cu^2O + \begin{array}{l} C^{10}H^7-C\equiv C \\ C^{10}H^7-C\equiv \overset{|}{C} \end{array}.$$

Le dinaphtyldiacétylène, qui se forme ainsi, est un solide blanc jaunâtre, bien cristallisé, très soluble dans la benzine, le sulfure de carbone, le chloroforme, fort peu soluble dans l'alcool et dans l'acide acétique, fondant à 171°.

» On obtient plus rapidement le même corps en traitant l'α-naphtylacétylure de cuivre par le ferricyanure de potassium additionné de potasse, à une douce température, mais, dans ces conditions, le carbure est plus difficile à purifier.

» Le dinaphtyldiacétylène fixe le brome. En faisant arriver des vapeurs de brome dans le carbure dissous dans le sulfure de carbone, une molécule de ce carbure absorbe à peu près 8 atomes de brome, sans dégagement d'acide bromhydrique, réaction qui correspond à la formation du corps $\begin{array}{l} C^{10}H^7Br^2C - CBr^2 \\ C^{10}H^7Br^2C - \overset{|}{C}Br^2 \end{array}$, mais le produit obtenu est une masse pâteuse, assez ferme, d'une odeur alliacée, et que je n'ai pu faire cristalliser.

» Le dinaphtyldiacétylène se combine avec l'acide picrique; il donne un corps cristallisé en aiguilles rouges, brillantes, fondant à 180°, présentant sensiblement la composition $C^{24}H^{14} + C^6H^2(AzO^2)^3OH$.

» En traitant le produit de l'action du perchlorure de phosphore sur la β-méthylnaphtylcétone, que nous avons montré contenir le dérivé chloré $C^{10}H^7-CCl = CH^2(\beta)$, par la potasse alcoolique, au bain-marie, on obtient le β-naphtylacétylène.

» C'est un solide incolore, cristallisé, distillable sous pression réduite, soluble dans l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone, etc., fondant à 36°.

» Avec le brome, il donne un produit épais, non cristallisable, ne fournissant pas de résultats nets à l'analyse.

» Le β-naphtylacétylène se combine avec le nitrate d'argent dissous dans l'ammoniaque, en donnant une poudre blanche qui a pour formule $C^{10}H^7-C\equiv CAg$.

» Avec le sous-chlorure de cuivre en solution ammoniacale, il donne un précipité jaune serin, et avec le nitrate d'argent alcoolique, un précipité blanc.

» L'acide sulfurique, étendu de $\frac{1}{3}$ de son volume d'eau, hydrate le β-naphtylacétylène en donnant la β-méthylnaphtylcétone (¹). »

CHIMIE AGRICOLE. — *Observations au sujet d'une Note de MM.* Arm. Gautier *et* R. Drouin. Note de MM. **Th. Schlœsing** fils et **Em. Laurent**, présentée par M. Duclaux.

« A propos de nos recherches sur la fixation de l'azote libre par les plantes, MM. Arm. Gautier et R. Drouin ont fait, le 14 décembre dernier, une Communication dans laquelle nos conclusions ont perdu un peu de la netteté que nous nous étions efforcés de leur donner.

» Nous avons trouvé que le sol nu, c'est-à-dire exempt de toute végétation apparente, n'absorbait pas l'azote *libre* dans les conditions de nos expériences, tandis que, lorsqu'il était recouvert à sa surface des plantes vertes inférieures dont nous avons parlé, il y avait absorption d'azote *libre* par ces plantes; et, pour le dire en passant, nous avons obtenu ces résultats par la méthode même que MM. Arm. Gautier et R. Drouin recommandent, à la fin de leur Note, comme la meilleure à employer en pareille matière. Nous ne visons que ce point de nos recherches, parce qu'il est le seul à propos duquel elles puissent être mises en parallèle avec celles de MM. Arm. Gautier et R. Drouin.

» Ces savants ont, en effet, constaté en 1888 « l'influence des algues » sur l'enrichissement des terres en azote ». Mais cette influence leur a paru procéder d'un autre mécanisme, et ils ont rejeté, comme une « hypo» thèse qui n'est pas nécessaire », ce que nous pensons avoir bien réellement établi, à savoir la fixation de l'azote *libre* par les plantes vertes inférieures.

» Nous sommes certainement d'accord avec eux en précisant ainsi la portée de leurs expériences, car ils se sont défendus avec insistance d'avoir apporté des preuves dans la question de la fixation de l'azote *à l'état libre* tant par les plantes que par le sol. « Nous avons toujours fait remarquer, » ont-ils écrit, que nos expériences, n'ayant pas été instituées dans le but » de nous assurer de la réalité de ce phénomène (absorption de l'azote » gazeux par les plantes) ne pouvaient prétendre à le contrôler ou à l'éta» blir. ... Dans aucun cas, nous n'avons annoncé, et nous ne pouvions

(¹) Travail fait au laboratoire de M. Friedel, à la Faculté des Sciences.

» même constater, que cet enrichissement (fixation d'azote par le sol) » provînt de l'azote libre de l'atmosphère.... Quant à la réalité du phé- » nomène de l'assimilation de l'azote libre, c'est un point sur lequel nous » avons expressément réservé nos conclusions. » (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 1606 et 1607.) Cette fixation de l'azote *libre*, seul objet de nos recherches, nous, au contraire, nous pensons l'avoir, en ce qui concerne les plantes vertes inférieures, non pas annoncée (M. B. Frank, de Berlin, l'avait fait en 1888), mais démontrée avec la rigueur qui était nécessaire pour la faire admettre sans conteste ([1]). »

MINÉRALOGIE. — *Sur la formation de cordiérite dans les roches sédimentaires fondues par les incendies des houillères de Commentry* (*Allier*). Note de M. A. **Lacroix**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Les incendies qui se sont déclarés depuis longtemps dans la Grande Couche de houille de Commentry ont puissamment modifié les roches encaissantes. La tranchée Saint-Edmond permet d'étudier facilement les phénomènes de fusion plus ou moins complète que présentent les grès et les schistes houillers. Ces roches, suivant leur composition initiale et leur position par rapport au foyer de l'incendie, sont, ou bien vitrifiées, ou bien complètement fondues et transformées en roches grises ou noires, compactes ou celluleuses, véritables *laves* offrant les diverses variétés de texture (*laves cordées, scoriacées*, etc.) que l'on observe dans les roches volcaniques basiques modernes. Ces faits sont trop connus pour qu'il soit nécessaire d'y insister. Il n'en est pas de même de la composition minéralogique des produits ainsi formés.

» M. Mallard a, le premier, décrit ([2]) l'un d'eux constituant une roche grise, formée de pyroxène et d'anorthite, renfermant des grains d'un phosphure de fer (*rhabdite*) et a montré son analogie, d'une part avec certaines roches volcaniques, et, de l'autre, avec certaines météorites et les roches reproduites synthétiquement par MM. Fouqué et Michel-Lévy.

([1]) Nous tenons à faire remarquer ici que ce que nous avons désigné, sous le nom de *plantes vertes inférieures*, était un ensemble complexe d'êtres parmi lesquels ont été reconnues des algues et des mousses que nous avons nommées; ces dernières ont atteint parfois plusieurs millimètres de haut. C'est à cet ensemble qu'a été due la fixation d'azote libre; nous ne saurions actuellement préciser davantage.

([2]) *Bull. Soc. min.*, IV, 230; 1881.

» J'ai eu l'occasion d'étudier un grand nombre d'échantillons que j'ai recueillis à Commentry avec l'aide de M. Fayol. MM. Fouqué, Mallard et Vélain ont bien voulu, en outre, mettre à ma disposition les roches qu'ils possédaient de ce gisement.

» J'ai facilement retrouvé la roche de M. Mallard, mais elle semble constituer une exception. Le type le plus abondant, qui constitue les laves ayant possédé le plus de fluidité, celles qui forment surtout les variétés cordées, cellúleuses, *est, en grande partie, constituée par de la cordiérite.*

» Ce minéral se présente en très petits cristaux, à contours nets; ce sont des prismes pseudohexagonaux, formés par des macles suivant m (110) de six individus. Ils atteignent rarement $0^{mm},25$ et sont parfois extrêmement petits. En lames minces, ils sont colorés en violet, sont très polychroïques et possèdent en lumière polarisée, parallèle et convergente, toutes les propriétés optiques de la *cordiérite*. Souvent, un très petit cristal, dépourvu d'inclusions, est encapuchonné par un grand cristal riche en inclusions vitreuses, et en inclusions de spinellides. Les sections p (001) montrent que les deux individus sont formés de groupements complexes, mais que les bandes hémitropes sont indépendantes d'un cristal à l'autre. Cette cordiérite forme, à elle presque seule, des roches de très grandes dimensions; mais, eu égard à la petitesse des cristaux, il est impossible d'isoler le minéral dans un état de pureté suffisante pour une analyse quantitative. Il m'a été possible, toutefois, de vérifier mon diagnostic optique par des essais chimiques nombreux : la magnésie y est notamment abondante.

» Cette *cordiérite* est accompagnée de spinellides (*magnétite* et *spinelle* violet) en octaèdres a^1 (111) nets, souvent groupés en assemblages cristallitiques : il existe toujours un peu de verre incolore ou brunâtre. A ces éléments vient souvent se joindre de l'*anorthite* en petits microlites presque rectangulaires, beaucoup plus courts que dans la roche de M. Mallard. Elle est, en général, de formation antérieure à celle de la cordiérite. Enfin la composition devient parfois plus complexe par suite du développement d'*augite*, formant de grandes plages souvent irrégulières englobant la cordiérite et l'anorthite ou disposées en *structure ophitique* avec ces dernières. On observe aussi souvent dans cette augite des assemblages arborisés rappelant les *chondres* des météorites.

» La plus ou moins grande abondance relative de ces trois minéraux (*cordiérite, anorthite, pyroxène*), leurs dimensions très inégales suivant les échantillons, l'abondance ou la rareté du verre, donnent lieu à de nom-

breuses variétés pétrographiques. Ajoutons que, ces roches ayant fondu sur place ou n'ayant coulé que sur quelques décimètres, il n'y a pas eu brassage du magma : aussi le même échantillon offre-t-il souvent des compositions très variables suivant les points considérés et les roches examinées au microscope montrent-elles souvent des concentrations globulaires de composition spéciale.

» Les roches de Commentry offrent un grand intérêt au point de vue général. Elles montrent, en effet, comment la *cordiérite* (si fréquemment développée par action de contact des roches éruptives les plus variées) peut prendre facilement naissance sous l'influence de la chaleur par modification des roches sédimentaires.

» Elles jettent ainsi un jour nouveau sur l'origine possible de la cordiérite de certaines roches volcaniques et particulièrement de celle que l'on rencontre dans les enclaves d'un grand nombre d'entre elles. Les cristaux de Commentry sont surtout remarquablement identiques à ceux qui se produisent si souvent dans les grès enclavés par les basaltes.

» Enfin, les roches microlitiques et ophitiques à anorthite et pyroxène de M. Mallard sont tellement identiques aux laves modernes, que l'on entrevoit la possibilité de la formation de ces dernières aux dépens d'assises sédimentaires, placées dans des conditions rendant possible leur fusion.

» La cordiérite semble être un produit habituel des roches houillères modifiées par la chaleur; je l'ai, en effet, observé à Cransac (Aveyron) dans les mêmes conditions qu'à Commentry. »

ZOOLOGIE. — *Fonctions de l'organe pectiniforme des Scorpions.* Note de MM. **Charles Brongniart** et **Gaubert**, présentée par M. Blanchard.

« On a longtemps discuté sur les fonctions des organes pectiniformes des Scorpions. Certains auteurs les ont considérés comme destinés à nettoyer les palpes, les pattes et le bout de la queue ([1]), d'autres en ont fait les organes externes de la génération ([2]); Tréviranus croyait qu'ils étaient le siège de la sensualité; Léon Dufour admettait que ces organes servaient à la copulation. De nos jours on les regarde ordinairement comme des organes de tact.

([1]) Tulk, *Annals of nat. History,* t. XV, p. 56.
([2]) Meckel, *Anatomie comparée,* t. II, p. 134; 1829.

» Toutes ces opinions ne reposent sur aucune donnée, sur aucune expérience.

» Dans son admirable Ouvrage qui a pour titre : *L'organisation du règne animal*, M. Émile Blanchard, en l'année 1853, écrivait ce qui suit :

» Si l'on tient compte de la position qu'occupent les appendices pectiniformes de chaque côté de l'orifice génital; si l'on songe que l'accouplement ne peut avoir lieu que le mâle et la femelle placés ventre à ventre, que la longueur du corps et la surface unie des téguments sont des obstacles à cette juxtaposition, on demeure presque convaincu que les appendices pectiniformes servent simplement aux deux individus à se maintenir dans la situation nécessaire, les lamelles des peignes s'enchevêtrant les unes dans les autres...; personne, ajoute-t-il, n'a surpris les Scorpions accouplés.

» Cette année, un jeune naturaliste, M. André Marès, doué de toutes les qualités qui font le bon observateur, a pu surprendre, en Algérie, des Scorpions pendant l'accouplement; ils étaient ventre à ventre, et les dents des peignes étaient enchevêtrées les unes dans les autres. L'hypothèse que M. Emile Blanchard avait émise par induction, en 1853, se trouve donc confirmée par l'observation.

» Nous avons voulu savoir si les peignes étaient uniquement des organes de maintien, ou s'ils servaient, en outre, à l'excitation pendant l'accouplement. L'étude anatomique semble confirmer cette dernière hypothèse.

» M. Blanchard a montré que les organes pectiniformes contenaient chacun un nerf :

» En arrière de l'origine des nerfs des pattes de la quatrième paire, dit-il, on trouve encore, de chaque côté, un nerf assez grêle, qui remonte et distribue ses rameaux dans la partie supérieure du céphalo-thorax. Plus en arrière et sur un plan inférieur, on découvre les nerfs des organes pectiniformes; ceux-ci passent sous les oviductes ou sous les conduits déférents, et pénètrent dans les appendices qu'ils doivent animer. Peu après leur origine, ils deviennent très grêles; les branches qu'ils fournissent aux dents ou lamelles des appendices sont d'une extrême finesse [1].

» Le nerf s'étend dans toute la longueur du peigne et assez près du bord antérieur, qui est dépourvu de lamelles. Il envoie à chacune de ces lamelles une branche, qui aboutit à l'autre extrémité.

» Le nerf se termine par un ganglion, qui, sur des coupes longitudinales, se montre formé par des cellules disposées en chapelet, qui se rendent

---

[1] BLANCHARD, *L'Organisation du règne animal*, p. 46.

de l'extrémité du nerf à la couche chitinogène, très épaisse dans la partie correspondant au ganglion. Les cellules sont au nombre de cinq à dix pour chaque série, offrant, chacune, un noyau volumineux, et des fibres nerveuses émanant des cellules passent entre les rangées de ces cellules.

» Le ganglion est séparé de la couche chitinogène par une couche épaisse de tissu conjonctif. Des fibres nerveuses traversent la couche chitinogène et vont se rendre dans des pores surmontés d'une éminence conique, à parois excessivement minces, et qui ne sont, en somme, que des poils très courts. Chaque fibre présente une cellule nerveuse avant sa terminaison. Ces poils occupent l'extrémité et la plus grande partie du bord interne des dents [1].

» Nous pouvons conclure de ce qui précède que les organes pectiniformes permettent aux scorpions de se maintenir pendant l'accouplement, et de servir probablement d'organes excitateurs. En outre, il résulte de l'observation suivante que ce sont des organes de tact. Il suffit, pour s'en convaincre, d'observer ces arachnides lorsqu'ils marchent. Les organes pectiniformes, appliqués contre le corps à l'état de repos, sont très mobiles pendant l'activité de l'animal. Grâce aux muscles nombreux dont ils sont pourvus, les peignes peuvent se placer dans tous les sens, et le Scorpion s'en sert alors comme d'organe de tact, semblant se rendre compte de la nature du sol sur lequel il marche.

» Par analogie, et d'après la structure anatomique, il nous semble permis de supposer que les raquettes coxales des Galéodes sont des organes excitateurs pendant l'accouplement. »

ZOOLOGIE. — *Sur le « régime » de la Sardine océanique en* 1890. Note de **Georges Pouchet**.

« Le *régime* de la Sardine a présenté, en 1890, une physionomie anormale.

» Ce que j'ai appelé les deux *constantes* du régime, en laissant à cette expression l'élasticité nécessaire quand on l'applique aux phénomènes biologiques, a subi une perturbation sensible.

» Les bancs de Sardines de même taille, ou à peu près de même taille, qui se montrent ordinairement au début, ont fait défaut dans toute la ré-

---

(1) Ces observations ont été faites sur le *Buthus australis* L.

gion méridionale, de l'Ile d'Yeu aux Sables, où les bancs se sont succédé pendant les mois de mai, juin et juillet, avec les tailles les plus différentes, accusant une variété d'âge dans le poisson venant à la côte, que l'on ne remarque, en général, qu'à la fin de la saison.

» La Sardine, en 1890, se montre, comme à l'ordinaire, en avance d'un mois environ aux Sables sur l'époque où elle apparaît à Douarnenez. La pêche débute aux Sables le 10 mai, à Belle-Ile et à Quiberon le 25 mai, à Concarneau le 30 mai, à Douarnenez le 13 juin. C'est là, ainsi que je l'ai fait remarquer depuis longtemps, une règle constante. Mais, contrairement à ce qui est aussi la règle, nous voyons la pêche se prolonger aux Sables aussi longtemps que dans toute la région septentrionale, de Belle-Ile à Douarnenez.

» L'apparition du poisson de petite taille, qu'on voit ordinairement à la fin de la saison, s'est faite vers la troisième semaine de septembre, en face d'Étel, de Quiberon et de Port-Louis. Mais du poisson beaucoup plus petit s'était déjà montré aux Sables à partir du 15 août, et c'est la présence de ces bancs qui a reculé la fin de la pêche. Si l'on en fait abstraction, on peut considérer la pêche comme terminée aux Sables le 18 septembre, à Saint-Gilles et à l'île d'Yeu le 25, au Croisic le 11 octobre, à Douarnenez le 30 octobre, et l'on se retrouve ainsi dans les conditions ordinaires du régime.

» Cette perturbation inattendue m'a engagé à grouper un certain nombre de documents relatifs à l'époque où a commencé et où s'est terminée la pêche depuis 1885 sur divers points de la côte. Ces documents, obligeamment communiqués par MM. Émile Péreire, Ladmirault, G. Penanros, Lorentz, Odin, Cuisiat, etc., se contrôlant les uns les autres, démontrent la « constance » de cette apparition et disparition précoces au sud, tardives au nord, sur laquelle j'ai le premier appelé l'attention et qui semble en contradiction avec le régime annuel de la température de l'Océan sur nos côtes. J'ai insisté déjà sur l'intérêt qui s'attachait à cette question.

» Pas plus au cours de 1890 qu'au cours de cette présente année 1891, je n'ai réussi mieux que par le passé à rencontrer dans les pêches pélagiques, pratiquées cependant tous les jours, l'œuf flottant de la Sardine que MM. Cuningham et Marion prétendent avoir retrouvé après M. Raffaele. Ce dernier avait, en effet, attribué *dubitativement* à la Sardine un œuf flottant qu'il décrit, mais qui diffère de l'œuf de la Sardine par des caractères essentiels. Dans l'œuf de la Sardine, j'ai décrit et figuré dès 1889 une vitelline

double, épaisse, tandis que la vitelline de l'œuf signalé par M. Raffaele présente, dit-il expressément, les plus vives couleurs par le phénomène des lames minces. On peut ajouter que, d'après la figure donnée par M. Marion de ce même œuf et de son embryon, la gouttelette huileuse du vitellus semble demeurer flottante dans la vésicule ombilicale, tandis que la place tangente à la vitelline qu'elle occupe dans l'œuf mûr de la Sardine semble, au contraire, indiquer qu'elle doit être de très bonne heure enveloppée isolément par les tissus de l'embryon, comme cela a lieu chez d'autres Clupes. »

ZOOLOGIE. — *Sur la présence de l'*Heterodera Schachtii *dans les cultures d'œillets à Nice.* Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. Chauveau.

« En faisant connaître l'organisation et les mœurs de l'*Heterodera Schachtii,* j'insistais sur la remarquable faculté que possède ce Nématode de s'adapter aux conditions biologiques les plus différentes. Tantôt il vit librement dans la terre humide, pouvant y accomplir toutes ses métamorphoses; tantôt son existence indépendante est de courte durée et promptement il devient parasite. Dans ce dernier cas, de beaucoup le plus fréquent, il présente un habitat assez variable, s'attaquant à des plantes souvent fort éloignées les unes des autres au point de vue botanique.

» De l'examen de ces faits, j'avais conclu qu'on devait craindre de nouvelles et prochaines additions à la liste des hôtes, ou plutôt des victimes, d'un helminthe qui, vraisemblablement, s'imposerait de plus en plus à notre attention. Mes prévisions n'ont pas tardé à se trouver confirmées.

» Je recevais dernièrement de M. le Directeur de la Station agronomique de Nice des œillets « chlorotiques » chez lesquels je pus reconnaître, après quelques recherches, la présence de l'*Heterodera Schachtii.*

» Sur les radicelles profondément altérées se voyaient des femelles blanchâtres, turgides, mesurant en moyenne $0^{mm},9$ de longueur et $0^{mm},7$ de largeur.

» Auprès de ces femelles, ou mêlés à la terre ambiante, se rencontraient des kystes bruns de forme variable (ovoïde, naviculaire, etc.).

» Ces kystes étaient à différents degrés de développement; mais, sur la plupart d'entre eux, la membrane adventice se montrait déjà formée, présentant les caractères que j'ai décrits antérieurement. Tout décelait donc une helminthiasis intense.

» Grâce à l'aimable obligeance de M. le Directeur de la Station agronomique, j'ai pu recueillir quelques renseignements sur cette maladie vermineuse des œillets. A Nice, où ces plantes sont l'objet d'une culture fort importante, toutes leurs variétés semblent aptes à héberger l'Anguillule, ou du moins on a constaté l'infection parasitaire sur beaucoup d'entre elles (*Blanc Génois, Grand Alexandre rose clair, Grand rose tendre plein, Panaché élégant, Lie de vin foncée, Blanc de Nice;* ce dernier paraît être le plus atteint).

» Considérée sous le rapport de sa dissémination, la maladie semble rare dans certains quartiers ou dans certaines localités, tandis qu'elle se montre assez répandue dans d'autres. Il serait intéressant de rechercher si l'apparition de nouveaux foyers d'infection n'a pas coïncidé avec l'introduction de pieds nématodés ou de terres chargées de kystes bruns.

» Je me borne à indiquer ce côté de la question, manquant actuellement des éléments nécessaires pour l'examiner et tracer les règles prophylactiques; mais il m'a paru utile de signaler, dès maintenant, cette extension du parasitisme de l'*Heterodera Schachtii*. Jusqu'à présent, son action nocive ne semblait réellement redoutable que pour les Betteraves et quelques Céréales; on voit aujourd'hui que cette Anguillule peut également causer de sérieux ravages dans les cultures florales. »

ZOOLOGIE ET MÉDECINE. — *Sur une Phtiriase du cuir chevelu, causée, chez un enfant de cinq mois, par le* Phtirius inguinalis. Note de M. **Trouessart**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les habitudes du parasite, dont il est ici question, sont bien connues des naturalistes et des médecins. Le Pou du pubis (*Pediculus pubis*, L., *P. inguinalis*, Redi), dont Leach a fait, avec raison, le type d'un genre à part sous le nom de *Phtirius*, se tient ordinairement fixé aux poils du pubis, d'où il émigre quelquefois vers les régions poilues des aisselles et de la poitrine, puis vers la barbe, les cils et les sourcils; mais tous les spécialistes sont d'accord pour dire qu'il ne va pas plus loin et qu'il ne s'installe jamais dans les cheveux, qui sont le domaine d'une espèce d'un autre genre, le *Pediculus capitis* (Degeer). Le *Phtirius* « ne va pas sur la tête », dit formellement Laboulbène (*Dictionn. encycl. des Sciences médicales*, art. *Poux*, p. 363). Cependant l'observation que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie est en désaccord avec cette affirmation et prouve que cette

espèce peut se rencontrer sur les cheveux, au moins chez les très jeunes enfants.

» Dans le cas présent, il s'agit d'un enfant de cinq mois, appartenant à des parents riches, et qui fut d'abord allaité par la mère. Au bout du premier mois, celle-ci n'ayant plus de lait, on donna pour nourrice à l'enfant une fille-mère bretonne choisie par le médecin de la famille. Quinze jours après, un premier pou était signalé sur la tête de l'enfant, mais sans qu'on l'ait distingué d'abord des poux ordinaires aux enfants. Cependant la nourrice finit par être renvoyée, et l'enfant fut nourri au biberon.

» Actuellement tout le bord libre des paupières est garni de *lentes* (œufs) solidement collées aux cils. Quant aux insectes, ils se tiennent dans les cheveux de la région occipitale, qui sont extrêmement longs et fournis, pour un enfant de cet âge. On les trouve solidement cramponnés à la base des cheveux, surtout derrière les oreilles. Leur piqûre a produit un prurigo de médiocre intensité; il n'y a pas trace des *taches bleues* attribuées par MM. Mourson et Duguet à l'action de la salive du *Phtirius*. L'enfant se gratte en frottant le derrière de la tête contre le col de ses vêtements ou contre son oreiller. C'est ce qui explique pourquoi les insectes sont plus nombreux derrière les oreilles où ce mode de grattage ne peut les atteindre.

» Le grand-père, naturaliste distingué, fut frappé de la forme raccourcie de l'animal et m'en communiqua plusieurs spécimens encore fixés aux cheveux longs et fins de l'enfant. Il me fut facile de reconnaître l'espèce qui ne diffère ni par la taille ni par les caractères du *Phtirius inguinalis* ordinaire.

» Il n'est pas douteux que l'enfant ait été contaminé par la nourrice; ce sont les cils qui chez lui ont d'abord servi à quelque femelle de *Phtirius* pour pondre ses œufs. Les jeunes sortis de ces œufs, ne trouvant pas d'autre station favorable chez un enfant à sourcils peu touffus et dont le reste du corps est entièrement glabre, ont dû émigrer vers les cheveux.

» Ce cas est-il tout à fait exceptionnel ou bien les cas semblables ont-ils échappé jusqu'ici à l'attention des médecins? Le *Phtirius* chercherait-il à émigrer, et, modifiant ses habitudes, aurait-il de la tendance à s'acclimater sur la tête? C'est ce que des observations subséquentes nous feront savoir, maintenant que la possibilité du fait est démontrée.

» Dans tous les cas, il est du devoir des médecins, qui ont la charge souvent délicate de procurer des nourrices aux familles qui ont en eux toute confiance, d'examiner ces femmes à ce point de vue spécial. La piqûre du

Phtirius est considérée, avec raison, comme beaucoup plus nocive que celle du Pou ordinaire et les démangeaisons qu'elle cause sont intolérables. Il n'est pas à souhaiter que cette espèce plus robuste vienne supplanter, sur la tête des enfants, le *Pediculus capitis*, par l'intermédiaire de nourrices malpropres et vicieuses. Les médecins du service de la Réception des nourrices à la Préfecture de Police ne doivent pas négliger d'examiner les cils de ces femmes, et l'on n'hésitera pas à se servir de la loupe afin de ne pas confondre les lentes avec les concrétions d'une blépharite vulgaire. »

BOTANIQUE. — *Observations sur la membrane cellulosique*. Note de M. L. **Mangin**, présentée par M. Duchartre.

« La cellulose est caractérisée, par les propriétés suivantes : 1° l'insolubilité dans les dissolvants ordinaires; 2° la transformation par les agents oxydants, d'abord en oxycellulose soluble dans les alcalis, puis finalement en acide oxalique; 3° la solubilité dans une solution ammoniacale d'oxyde de cuivre; 4° la transformation par l'acide sulfurique ou le chlorure de zinc en hydrocellulose (amyloïde), qui se colore en bleu par l'iode.

» Au point de vue anatomique, la dernière réaction, c'est-à-dire la transformation de la cellulose en hydrocellulose, est la plus importante, car c'est à cet état que l'affinité pour les matières colorantes est maxima. Cette transformation, indispensable dans l'analyse microscopique des tissus, était jusqu'ici d'une réalisation souvent difficile et incertaine, tant à cause de la polymérisation des corps cellulosiques, que de la présence des substances incrustantes. Aussi certains auteurs ont-ils pu, sans provoquer de protestations, ranger parmi les corps cellulosiques des substances qui n'en manifestent pas les réactions (métacellulose de M. Frémy, cellulose soluble dans les solutions alcalines faibles de M. Hoffmeister).

» Je me propose d'indiquer dans cette Note : 1° la possibilité de transformer rapidement et d'une manière certaine, toutes les variétés de cellulose en hydrocellulose; 2° l'action d'un certain nombre de réactifs colorants caractéristiques pour cette substance.

» *Transformation des membranes cellulosiques en hydrocellulose.* — La cellulose, soumise à l'action de l'acide sulfurique ou phosphorique concentrés et à froid, donne des composés divers, formant une série dont les termes sont encore mal connus, mais dont l'hydrocellulose représente l'un des premiers termes. Si la concentration des acides est trop grande,

on dépasse rapidement le moment où l'hydrocellulose est formée et les membranes se désagrègent ou se dissolvent; si elle est trop faible, ce moment n'est pas atteint. Il est donc difficile d'obtenir des résultats constants et toujours comparables avec ces réactifs. Les chlorures métalliques ont les mêmes inconvénients, et, leur action étant moins énergique, il est rare que l'on dépasse le moment où l'hydrocellulose est formée; le plus souvent ce degré de décomposition n'est pas atteint.

» L'action des alcalis caustiques sur la cellulose est plus nette; elle détermine à froid la formation d'un corps facile à colorer. Cette métamorphose, signalée d'abord par Schleiden [1], a les mêmes propriétés que l'hydrocellulose préparée au moyen des acides et représente sans doute une modification de même nature. Pour l'obtenir on laisse macérer les tissus dans une *solution alcoolique saturée* de potasse ou de soude caustique; il suffit ensuite d'additionner les tissus, après ou sans neutralisation, avec le réactif colorant pour obtenir immédiatement l'élection caractéristique de la cellulose. On doit toujours placer d'abord les coupes dans l'alcool absolu pour éviter la dilution de l'alcali dans l'eau et le raccornissement des tissus. Le réactif cupro-ammoniacal détermine sur la cellulose une modification analogue à celle que produisent les alcalis.

» Réactifs colorants de la cellulose. I. *Réactifs iodés.* — Quand les variétés de cellulose sont amenées à l'état d'hydrocellulose, on peut aisément reconnaître celle-ci à la coloration bleue produite par l'iode en présence des acides ou de certains sels. Les réactifs iodés employés en Anatomie végétale sont formés par un mélange d'iode et d'acides ou de chlorures, destinés à former l'hydrocellulose et à réaliser le milieu nécessaire à l'élection de l'iode sur celle-ci. Tels sont le mélange d'iode et d'acide sulfurique découvert et utilisé par Schleiden, le chloroiodure de zinc découvert par Barreswill et Rilliet et ceux dont j'ai fait connaître l'action récemment [2], tels que le chlorure de calcium iodé, le bichlorure d'étain iodé, l'acide phosphorique iodé; ce dernier mélange avait, d'ailleurs, été employé par Mulder et Harting.

» La coloration produite par ces réactifs, lente et incertaine avec la cellulose brute, apparaît instantanément après l'action des alcalis caustiques.

» II. *Matières colorantes organiques.* — Les matières colorantes artifi-

---

(1) J. Schleiden, *Wiegmann Archiv.;* 1838.

(2) L. Mangin, *Sur les réactifs iodés de la cellulose* (*Bulletin Soc. Bot. de France*, t. XXXV, p. 421).

cielles qui se fixent directement sur la cellulose, sans l'intervention d'un mordant, appartiennent toutes, comme je l'ai déjà annoncé [1], au groupe azoïque; ce sont des combinaisons salines où le colorant joue le rôle d'acide et renferme deux fois le groupement Az = Az.

» On peut les distinguer en deux séries : l'une, formée de substances colorantes qui teignent la cellulose dans un *bain acide* ou parfois neutre, mais dont l'affinité pour celle-ci est faible. Je signalerai dans cette série : l'*Orseilline BB*, la *Crocéine brillante*, l'*Écarlate Crocéine*, le *Noir naphtol*, etc. L'autre série est formée de colorants qui teignent la cellulose dans un *bain alcalin* et dont l'affinité pour cette substance est grande; ce sont les couleurs de benzidine, de toluidine, de xylidine, etc., telles les *rouges Congo*, le *Congo-Corinthe*, l'*Héliotrope*, les *Benzopurpurines*, les *Deltapurpurines*, les *Azobleus*, les *Azoviolets*, les *Benzoazurines*, etc.

» La cellulose des tissus frais se colore difficilement dans les solutions de ces sels, sauf dans les cas où elle se rencontre naturellement à un état très voisin de l'hydrocellulose, comme on l'observe dans les membranes du liber des Monocotylédones, de certaines fibres libériennes, dans la membrane des cellules cambiales au repos végétatif, dans les cloisons transversales des vaisseaux avant la résorption (Maïs, Bambou), dans la membrane des cellules de la coiffe, etc. L'oxycellulose ne fixe pas non plus ou très faiblement ces réactifs. Mais toutes les membranes cellulosiques se colorent immédiatement et avec une grande intensité, après l'action des alcalis caustiques.

» En somme, il existe trois séries de colorants caractéristiques pour la cellulose : les réactifs iodés, les colorants du groupe de l'Orseilline BB, teignant en bain acide, et, enfin, la série des couleurs de benzidine teignant en bain alcalin. Mes observations montrent que toutes les membranes qui donnent un résultat positif avec ces trois séries de réactifs, sont de nature cellulosique et en manifestent les autres propriétés. Réciproquement, la cellulose fait défaut dans les tissus où, après l'action des alcalis caustiques, ces divers colorants donnent un résultat négatif.

» On a, il est vrai, proposé d'autres colorants pour la cellulose : le *bleu de méthylène*, recommandé par M. Gardiner; le *brun d'aniline*, le *bleu de quinoléine*, indiqués par M. Van Tieghem [2]. Ceux qui voudraient utiliser

---

(1) L. Mangin, *Sur les réactifs colorants des substances fondamentales de la membrane* (*Comptes rendus*, juillet 1890).

(2) Van Tieghem, *Traité de Botanique*, 1re édit., p. 568; 2e édit., p. 559.

ces colorants s'exposeraient à de graves mécomptes, car ces substances appartiennent à la série des couleurs basiques dont l'affinité, *nulle* pour la cellulose, est plus ou moins grande pour les composés pectiques et peut servir à les caractériser. Si l'on a proposé ces réactifs colorants dans l'analyse des tissus, c'est que l'on n'a pas encore su distinguer la cellulose des composés pectiques avec lesquels elle est presque toujours associée. Dans un travail plus étendu, je développerai les propositions qui viennent d'être énoncées. »

BOTANIQUE. — *Sur la pénétration de la Rhizoctone violette dans les racines de la Betterave et de la Luzerne.* Note de M. **Ed. Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« Un assez grand nombre de plantes cultivées, et tout particulièrement le Safran et la Luzerne, sont tuées par un Champignon à filaments violets, auquel de Candolle a donné le nom de *Rhizoctone*. Il forme, soit sur les oignons de Safran, soit sur les racines de la Luzerne, de la Betterave, de la Carotte, de l'Asperge, etc., un lacis de filaments, d'abord blanchâtres, puis violets, au milieu duquel on trouve en quantité de très petits corps hémisphériques de couleur très foncée et dont la nature est mal connue. Tulasne fut frappé de la ressemblance qu'ils présentent avec des périthèces de Sphérie, et, bien qu'il n'y ait jamais trouvé de spores, il les désigne le plus souvent sous le nom de *périthèces* ou de *péridioles*. Parfois il les appelle aussi *corps miliaires*, dénomination qui a l'avantage de ne rien préjuger sur leur nature. Depuis, on a été plus affirmatif; M. Sorauer affirme que ces petits corps deviennent, avec l'âge, des périthèces et qu'ils sont formés par le mycélium déjà développé à l'intérieur des racines que ronge la Rhizoctone.

» L'étude que j'ai faite, il y a quelques années, de la Rhizoctone du Safran, connue sous le nom de *Mort du Safran*, m'avait conduit à une opinion entièrement différente. J'ai profité de l'occasion que j'ai eue cette année d'observer des racines de Luzerne et de Betterave, envahies par la Rhizoctone violette, pour étudier la structure des corps miliaires portés sur ces deux plantes, et déterminer leur véritable nature.

» Sur les Betteraves malades qui m'ont été envoyées du département de l'Aisne, on ne trouvait de corps miliaires que sur les parties inférieures et effilées, les seules où le tissu de la racine se montrait fortement altéré;

sur le corps même de la Betterave qui était encore sain, on voyait seulement un revêtement arachnoïde de couleur violette, mais point de corps miliaires. Les filaments violets couraient à la surface sans jamais percer la peau ni pénétrer dans l'intérieur.

» Les corps miliaires de la Rhizoctone de la Betterave sont de petits amas, le plus souvent à peu près hémisphériques, mais pas très réguliers, composés de filaments du mycélium violet qui se sont entrelacés et serrés les uns contre les autres et ont pris une couleur brunâtre plus foncée. A l'intérieur de ces corps, les filaments plus délicats et moins fortement colorés s'allongent en s'orientant vers la surface de la racine qui les porte. Ils forment une sorte de cône qui presse sur la couche subéreuse de la racine et, là où les cellules se disjoignent, ils s'insinuent dans leur intervalle, s'y pelotonnent et tendent par leur pression à les écarter davantage. Ils dissocient ainsi les cellules du périderme, mais ne les percent pas. Ce n'est que quand la couche subérifiée est traversée, que les filaments, jusque-là serrés les uns contre les autres, s'épanouissent dans le tissu sous-jacent, s'irradiant dans tous les sens, traversant les cellules et rongeant le tissu qui ne leur offre plus de résistance.

» Les corps miliaires de la Rhizoctone de la Luzerne, ont à peu près la même structure, mais sont beaucoup plus gros. Leur surface est formée de filaments entre-croisés, de façon à constituer une couche feutrée de plus en plus serrée. A la partie interne de cette sorte d'écorce, les filaments ont des parois un peu plus épaisses et d'un brun foncé, et ils sont intimement soudés. Ils forment une sorte de dôme hémisphérique appliqué à la surface de la racine de la Luzerne et à l'intérieur duquel est un tissu plus tendre et plus pâle dû aux filaments qui, émanant du pourtour de la coupole, se dirigent vers la couche subéreuse de la racine. Ils la disloquent en dissociant les cellules et pénètrent entre elles dans le tissu sous-jacent, où ils se développent puissamment, traversant sans obstacle les parois des cellules, qu'ils corrodent en désorganisant rapidement tout le tissu de l'écorce.

» Pour la Luzerne comme pour la Betterave, ce n'est que par les corps miliaires que les filaments du parasite pénètrent dans la plante nourricière. Isolés, les filaments du mycélium de la Rhizoctone ne peuvent traverser les couches extérieures de l'écorce. C'est l'action exercée par le tissu du corps miliaire qui presse sur la peau de la racine et pénètre entre les cellules dissociées, qui rend possible l'accès des filaments de la Rhizoctone jusqu'aux tissus plus vivants de la plante nourricière.

» La supposition que les filaments déliés qui parcourent le tissu altéré de la racine et le corrodent vont former au dehors les corps miliaires considérés comme des périthèces incomplètement formés est absolument contraire aux faits que j'ai observés. Du reste, l'organisation de ces petits corps miliaires diffère des Sphéries, avec lesquels ils n'ont qu'une ressemblance toute superficielle; elle rappelle plutôt celle des suçoirs des parasites phanérogames.

» On doit, à mon avis, considérer les corps miliaires de la Rhizoctone violette comme des organes spéciaux, chargés exclusivement de la pénétration du parasite à l'intérieur des tissus de la plante nourricière. »

BOTANIQUE. — *Sur l'assimilation des plantes parasites à chlorophylle.* Note de M. **Gaston Bonnier**, présentée par M. Duchartre.

« On sait qu'un certain nombre de plantes parasites renferment de la chlorophylle en plus ou moins grande quantité. Je me suis proposé de rechercher, par l'étude physiologique de ces plantes, de quelle manière plus ou moins grande la chlorophylle qu'elles contiennent peut atténuer ou même annuler leur parasitisme. Mes expériences ont porté sur le Gui (*Viscum album*), le *Thesium humifusum* de la famille des Santalacées, et sur plusieurs espèces de genres *Melampyrum, Bartsia, Euphrasia, Rhinanthus* et *Pedicularis,* plantes de la famille des Scrofularinées.

» Je vais citer dans cette Note les résultats relatifs aux principaux cas observés.

» Premier cas : *Le parasitisme de la plante est très faible ou nul.* — Le Gui sur le Pommier a été cité depuis longtemps par M. Van Tieghem comme un cas remarquable de symbiose ; le Pommier nourrissait le Gui pendant l'été, et le Gui nourrissait le Pommier pendant l'hiver. En été, j'ai trouvé qu'en moyenne, au soleil, par des températures variant de 15° à 30°, et en faisant varier la proportion initiale d'acide carbonique, le Gui n'assimile qu'environ trois fois moins de carbone que la feuille de Pommier, à égalité de surface. En hiver, j'ai constaté que la couche chlorophyllienne des jeunes branches de Pommier ne produit pas une assimilation notable, tandis que le Gui maintient son assimilation comme en été, qui, tout compte fait, l'emporte encore de beaucoup sur la respiration.

» On peut conclure de ces expériences et d'autres recherches faites sur

les variations du poids sec ([1]), que le Gui assimile pour le Pommier tout aussi bien que le Pommier assimile pour le Gui.

» Les *Melampyrum* (*M. pratense, M. silvaticum* et *M. nemorosum*) sont encore un exemple de plantes parasites qui ne prennent guère à leur hôte que les substances minérales absorbées par ses racines. J'ai comparé en effet l'assimilation de ces Mélampyres à celles de diverses espèces de Véroniques, plantes non parasites appartenant à la même famille, et j'ai trouvé que, dans les mêmes conditions, les feuilles de Mélampyres assimilent au moins les deux tiers de la quantité d'acide carbonique décomposé par les Véroniques, pour la même surface foliaire. D'autre part, en suivant l'assimilation et la respiration de Mélampyres semblables et de la même espèce, on peut constater que l'augmentation du poids sec correspond sensiblement à la quantité de carbone assimilé.

» Deuxième cas : *Le parasitisme de la plante est incomplet.* — Le *Thesium humifusum* et diverses espèces de *Pedicularis*, ainsi que les individus de *Rhinanthus* dont les feuilles sont d'un vert foncé, présentent une assimilation qui est moins intense que celle des Mélampyres et qui, pour les Pédiculaires ou les *Rhinanthus*, peut n'atteindre qu'un cinquième de l'assimilation des Véroniques précédemment étudiée. Ces plantes présentent donc le type moyen des parasites à chlorophylle, assimilant en partie directement pour elles, puisant pour l'autre partie, par leurs suçoirs, les matières assimilées par l'hôte. La comparaison des variations du poids sec chez l'*Helianthemum vulgare* et le *Thesium humifusum* qui l'envahit confirme les résultats précédents.

» Troisième cas : *Le parasitisme de la plante est presque absolu.* — Les échantillons de *Rhinanthus*, à feuille d'un vert jaunâtre, et les *Bartsia* ont une assimilation très faible qui ne l'emporte sur la respiration de ces plantes qu'à une lumière intense et qui est égale, en moyenne, à un douzième de l'assimilation des Véroniques citées plus haut et prises comme terme de comparaison.

» Certains individus des espèces précédentes, et, de plus, toutes les plantes du genre *Euphrasia* que j'ai pu examiner, bien qu'ayant des feuilles vertes parfaitement disposées pour l'assimilation chlorophyllienne, ne

---

([1]) Voyez G. Bonnier, *Assimilation du Gui comparée à celle du Pommier* (*Actes du Congrès de* 1889 *de la Société botanique de France*, fascicule de décembre 1891).

n'ont pas fourni de dégagement d'oxygène à la lumière, quel que soit l'éclairement. L'assimilation chlorophyllienne n'est cependant pas nulle chez ces plantes, mais elle était masquée par la respiration dans tous les cas que j'ai examinés.

» Conclusions. — 1° Il résulte de ces recherches que, *au point de vue physiologique, les plantes parasites à chlorophylle présentent tous les intermédiaires entre une plante qui se nourrit presque exclusivement des substances prises dans l'hôte qu'elle attaque et une plante qui assimile presque exclusivement par elle-même, ne profitant guère que des substances minérales puisées par les racines de l'hôte.*

» 2° *Dans certains cas, il peut y avoir échange réciproque de substances assimilées entre l'hôte et la plante qu'il supporte* (*Gui*), *ce qui prouve que le Gui n'est pas sensiblement nuisible aux arbres sur lesquels il pousse.*

» 3° *Enfin, on peut remarquer que, d'après les expériences qui précèdent, il ne faudrait pas toujours déduire de la structure anatomique des plantes leurs fonctions physiologiques. C'est ainsi que deux plantes de la même famille, les* Melampyrum *et les* Euphrasia *par exemple, ont en apparence des tissus chlorophylliens semblables et présentent une assimilation très différente.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblement de terre du 28 octobre 1891 dans le Japon central.* Note de M. **Wada**, présentée par M. Mascart.

« Le 28 octobre dernier, vers $6^h 30^m$ du matin, le centre de l'île Honshu (ordinairement appelée Nippon par les étrangers) a été le théâtre d'un cataclysme extraordinaire; dans un intervalle d'une seule minute, les villes populeuses de Gifu, Ogaki, Nagoya sont presque réduites en cendres par une forte secousse de grand tremblement de terre. Les bâtiments sont détruits et brûlés par les incendies, les routes fendues, les poteaux télégraphiques même ont été arrachés du sol, les rails de chemin de fer sont recourbés en zigzag; aussi les lieux de sinistre ont été interrompus de toutes voies de communication pendant quelques jours. Cette catastrophe a coûté la vie à plus de 7000 âmes; le nombre de blessés a dépassé 100000; la perte éprouvée par les habitants de cette région est estimée à plus de 100 millions de francs.

» La région épicentrique embrasse plusieurs départements sur une surface de 11500^{kmq}; entre autres, les deux départements de Gifu, Aiti ont été

les plus endommagés. La forme de l'épicentre est presque une ellipse dont le grand axe est dirigé du nord au sud et les autres courbes *homoséistes* sont à peu près homocentriques et réparties comme il suit :

	kmq
Région épicentrique	11 500
Région de très forte intensité	46 500
Région de forte intensité	54 200
Région de faible intensité	39 700
Surface totale ébranlée	251 900

» La plus grande distance à laquelle on a senti la même secousse est, dans le sens du sud-ouest, de 800^{km} (Kagoshima, dans l'île de Kiushu); dans le sens opposé, c'est à peine jusqu'à 500^{km} que l'onde sismique s'est propagée.

» Vingt-six stations météorologiques ont observé le phénomène, parmi lesquelles il y en a plusieurs qui sont pourvues de sismographe Milne; je ne cite ici que les résultats des stations principales :

Stations.	Latitude Nord.	Longitude (Greenwich).	Première secousse.	Direction.	Durée.	Mouvement.
Gifu	35°.27′	136°.46′	6h.37m.11s	N-S	5m s	Ondulatoire
Osaka	34.42	135.31	6.38.15	ESE-WNW	9.26	Horizontal
Nagano	36.40	138.10	6.38.20	SW-NE	2.30	Horizontal
Kioto	35. 1	135.46	6.38.40	SW-NE	4.20	Horizontal
Nagoya	35.10	136.55	6.38.50	SSE-NNW	?	Ondulatoire
Tokio	35.41	139.45	6.39.11	E-W	7	Ondulatoire
Hiroshima	34.23	132.27	6.40.45	N-S	2. 5	Horizontal
Matsuyama	33.50	132.45	6.42.10	ENE-WSW	2.15	Horizontal
Kagoshima	31.35	130.33	6.47.53	SE-NW	1	Horizontal

» Les secousses persistent encore dans la région épicentrique. A la station de Gifu, où l'intensité a été la plus forte, on a observé, depuis le 28 octobre jusqu'au 10 novembre, 1360 secousses, dont quelques-unes ont atteint une forte intensité.

» Pendant le grand tremblement de terre, ainsi qu'avant et après le phénomène, le magnétomètre Mascart, installé à l'Observatoire central de Tokio, n'a accusé aucune particularité, sauf l'interruption dans les courbes de déclinomètre et de bifilaire juste à l'heure de la première secousse ressentie à Tokio, ce que l'on observe presque toujours, grâce au mode de suspension des aimants.

» La cause de ce grand tremblement de terre est à l'étude en ce mo-

ment; néanmoins, les sismologistes et les géologues sont d'accord sur le point d'admettre que cette catastrophe est due à un phénomène de dislocation et non volcanique. »

M. **Darboux** présente à l'Académie les « Annales de la Faculté des Sciences de Marseille » publiées sous les auspices de la Municipalité.

Il demande à l'Académie d'accueillir avec bienveillance ce nouveau Recueil scientifique, qui tiendra dignement sa place à côté des publications analogues entreprises, dans ces dernières années, par plusieurs Facultés ou groupes universitaires.

M. **Prosper Humblot** adresse un Mémoire « Sur un nouveau système universel d'Astronomie ».

M. **Bachelard** adresse une Note sur une poche d'eau salée d'un volume de 32400 litres, rencontrée dans les marnes aptiennes du col de Moriez (Basses-Alpes).

M. **Guy** adresse d'Oran un travail « Sur le Sahara et la cause des variations que subit son climat depuis les temps historiques ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 décembre 1891.

Rapports du Jury international publiés sous la direction de M. Alfred Picard, Inspecteur général des ponts et chaussées, Président de section au Conseil d'État, rapporteur général. Groupe III : *Mobilier et accessoires*. Classes 17 à 29; groupe IV : *Tissus, vêtements et accessoires*. Classes 30 à 40. Paris, Imprimerie nationale, 1891; in-4°.

Bulletin de la Société industrielle d'Amiens; tome XXIX, n° V, septembre 1891. Amiens, T. Jeunet, 1891, br. in-4°.

Annales de la Société linnéenne de Lyon. Années 1889 et 1890 (nouvelle série); tome XXXVI et XXXVII. Lyon, H. Georg; Paris, J.-B. Baillière et fils, 1890.

Annales de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon; 6e série, tome III, 1890. Lyon, Pitrat et Georg; Paris, J.-B. Baillière et fils, 1891; in-4°.

Bulletin de la Société des amis des Sciences naturelles de Rouen; 3e série, 27e année, 1er semestre 1891. Lecerf, Rouen, br. in-4°.

Daily weather charts for the period of six weeks ending june 25, 1885, *to illustrate the tracks of two cyclones in the Arabian sea.* London, in-4°; avec atlas.

Mémoire n° 8. *Quelques remarques sur les Mastodontes à propos de l'animal du Cherichira,* par M. Albert Gaudry, Membre de l'Institut. Paris, Baudry, 1891; in-4°.

Flora Batava. Afbeelding en beschrijving van Nederlandsche gewassen aangevangen door wijlsen Jan Kops Haogleeraor le Utrecht voortgezet door F. W. Van Leden te Haarlem; 293 Aflevering, 5 platen. Leiden, de Brenk et Smits; 8 fascicules in-4°.

Le Soleil et les planètes, par Émile Tournier. Paris, J. Michelet; in-12.

L'organisme des cieux, par P.-F.-P. Delestre. Paris, J. Michelet, 1891; in-12.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 décembre 1891.

Thermodynamique. Leçons professées pendant le 1er semestre 1888-89, par H. Poincaré, Membre de l'Institut, rédigées par M. J. Blondin, agrégé de l'Université. Paris, Georges Carré, 1892; in-8°.

Les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste, par H. Poincaré, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences. — Tome Ier : *Solutions périodiques. Non-existence des intégrales uniformes. Solutions asymptotiques.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; in-8°.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg, publiés sous la direction de M. Auguste le Jolis, directeur et archiviste perpétuel de la Société. Tome XXVII, 3e série, tome VII. Paris, J.-B. Baillière, 1891, in-8°.

Proceedings of the american Association for the advancement of Science,

for the thirty-ninth meeting held at Indianapolis, Indiana, August 1890. Palem, published by the permanent Secretary. July, 1891; in-8°.

Index-catalogue of the library of the surgeon-general's office United States army : Authors and subjects, vol. XII. *Reger-Shuttleworth*. Washington, Government printing office, 1891; in-4°.

The American Ephemeris and Nautical Almanac for the year 1894. First edition. Washington, Bureau of equipement, 1891; in-4°.

Société d'Histoire naturelle d'Autun, 4ᵉ bulletin. Autun, Dejussieu, 1891; in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Reports on the observations of the total eclipse of the Sun, december 21-22, 1889, *and of the total eclipse of the Moon, July* 22, 1888, *to which is added a catalogue of the library published by the Lick Observatory*. Sacramento, State office, A. J. Johnston, supt. State printing, 1891; in-8°.

Carte des travaux astronomiques, géodésiques et topographiques, exécutés dans la Russie depuis le commencement de ces travaux jusqu'à la fin de 1890. Dressée et publiée par le général Kowerski.

Carte des travaux géodésiques exécutés dans la Russie d'Europe. Dressée et publiée par Kowerski, offerte à l'Académie des Sciences par M. Venukoff.

Sur les observations actinométriques faites pendant l'année 1887 *à l'Observatoire météorologique de Montpellier*. Note de M. A. Crova; in-4°.

Memorie del real Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Volume ventesimo terzo. Venezia, presso la Segretaria del R. Istituto nel palazzo ducale, 1887; in-4°.

Scientific results of the second Yarkand mission; based upon the collections and notes of the late Ferdinand Stoficzka, Ph. D. London, 1891; 2 fasc. in-f°.

Hydrodynamique, Élasticité, Acoustique. Cours professé en 1890-1891 par P. Duhem, chargé d'un cours complémentaire. Tome II : *Les fils et les membranes, les corps élastiques, l'Acoustique*. Paris, Hermann, 1891; in-4°.

Prévisions mathématiques du temps pour l'année 1892, *indiquant, par la marche et la position des astres : les tempêtes, les orages et les variations de l'atmosphère*, par P.-A. Gossot. Dijon, imprimerie de l'Union typographique, 1892; in-12.

Untersuchungen zur Naturlehre des menschen und der thiere, herausgegeben von Jac. Moleschott. XIV. Band, fünftes Heft. Giessen, 1891; in-12.

Sur le circuit nerveux sensitivo-moteur des muscles, par M. A. Chauveau. Paris, G. Masson, 1891; in-12.

Sur la transformation des virus à propos des relations qui existent entre la vaccine et la variole, par M. A. Chauveau. Paris, G. Masson, 1891; in-12.

Mémoires de la section de Médecine, t. V, fasc. 2. (*Académie des Sciences et Lettres de Montpellier.*)

Ouvrages reçus dans la séance du 28 décembre 1891.

Mémoires de la Société géologique de France. — Paléontologie. Mémoire n° 9 : *Recherches sur la végétation du niveau aquitanien de Manosque,* par M. de Saporta, Correspondant de l'Institut. Paris, Baudry, 1892; in-f°. (Présenté par M. Gaudry.)

Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris. — Rapports du Jury international,* publiés sous la direction de M. Alfred Picard. — Groupe V : *Industries extractives. Produits bruts et ouvrés* (2e Partie), classes 45 à 47. Paris, Imprimerie nationale, 1891; gr. in-4°.

Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris. — Rapport général,* par M. Alfred Picard. Tome V : *Le mobilier, les tissus et les vêtements.* (Groupes III et IV de l'Exposition universelle de 1889.) Paris, Imprimerie nationale, 1891; gr. in-4°.

Traité d'électricité à l'usage des ingénieurs et des conducteurs, par M. Félix Lucas. Paris, Baudry, 1892; in-4°. (Présenté par M. Sarrau.)

Journal du Ciel, 1891. Directeur J. Vinot. Mayenne, A. Nézan.

Mémoires de la Société zoologique de France. Tome IV. 3e et 4e Parties. Paris, 1891.

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille, publiées sous les auspices de la Municipalité; tome I. Paris, Masson, 1891; in-f°. (Présenté par M. Darboux.)

Études de thérapeutique expérimentale et clinique, par Ch.-E. Quinquaud, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris. Paris, Société d'éditions scientifiques, 1892; in-8°. (Présenté par M. Duclaux.)

Recherches sur la distribution de la vapeur dans les machines, par F. Castelnau. Paris, Michelet, 1892; in-8°.

Recherche de l'huile de sésame dans l'huile d'olive, par M. A. Gassend. Marseille, M. Schiklev, 1891; br. in-8°.

Revue méthodique des pièces neurales de la tête dans la série des animaux vertébrés, par M. A. Lavocat. Toulouse, Douladoure-Privat, 1891; br. in-8°.

Annuaire pour l'an 1892, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars et fils; in-12. (Présenté par M. Faye.)

Œuvres complètes de Christiaan Huygens. Tome IV : *Correspondance*, 1662-1663. La Haye, Martinus Nishoff, 1891; in-f°.

Observations made during the year 1886 *at the United States naval Observatory. Washington government printing Office.* 1891; in-4°.

The Tribes and Cartes of Bengal. H. H. Risley. Calcutta, 1891; 2 vol. in-8°.

The Journal of the college of science imperial University Japan, vol. IV, Part II. Tokyo, Japan, 1891; in-4°.

The collected mathematical Papers of Arthur Cayley, Sc. D., F. R. S. Vol. IV. Cambridge, 1891; in-f°.

Observations made at the Blue Hill meteorological Observatory, Massachusets, U. S. A., in the year 1890. Cambridge, John Wilson and son; 1891; in-f°.

Preparation and discussion of the Draper Catalogue, by Edward C. Pickering, Director of the Observatory. Cambridge, John Wilson and Son, 1891; in-f°.

The Nautical Almanac and Astronomical ephemeris for the year 1895, *for the meridian of the Royal Observatory of Greenwich.* London, 1891; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 14 décembre 1891.)

Note de M. *Arm. Gautier* et *Drouin*, sur la fixation de l'azote par le sol arable :

Page 820, 4e ligne de la seconde note au bas de la page, *au lieu de :* formés avec du grès et du kaolin lavés aux acides, et du carbonate...., *lisez :* formés avec du grès lavé aux acides, du kaolin lavé à Sèvres, et du carbonate....

Note de M. *Pierre Mahler*, sur la distillation de la houille.

Page 863, ligne 5 du Tableau, *lire* Goudron du réfrigérant, poids retrouvé 1,16, *au lieu de* 1,46.

FIN DU TOME CENT-TREIZIÈME.